



ROTH és
FEKETE



Erdészeti
kísérletek
XXIX.
1937.



TARTALOM. — INHALT.

<i>Vitéz Botvay Károly:</i> Az ülepedés zavarainak elhárítása az Odén-féle eljárás alapján történő mechanikai elemzésnél	1
<i>Dr. Pallay Nándor:</i> Erdőhasználati időtanulmányok. (IV.)	18
<i>Dr.-Ing. Nándor Pallay:</i> Zeitstudien im Hauungsbetriebe. (IV.) . . .	37
<i>Dr. Kováts Ernő:</i> A sarjeredetű akácállományok faállományszerkezeti vizsgálata	40
<i>Dr. Ernő Kováts:</i> Studie über die innere Struktur der Robinienausschlagbestände	138

Utánnyomás — kivonatosan is — csak a forrás teljes megnevezése mellett van megengedve.

Nachdruck — auch auszugsweise — nur mit voller Quellenangabe gestattet.

A lapra vonatkozó mindennemű levelezés címe:

Zuschriften sind zu richten an:

Erdészeti Kísérletek. Sopron, Műegyetem.

Pénzküldeményeket az Erdészeti Kísérletek számára a póstatakarék-pénztár 58.213. sz. csekkszámájára kérünk.

Geldsendungen haben an das Postsparkassenkonto Nr. 58.213 zu erfolgen.

E füzet bolti ára 6.— pengő. — Ladenpreis dieses Heftes 6.— Pengő.

Megjelent 1937. október havában.

Erschienen im Oktober 1937.

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. FÖLDMÍVELÉSÜGYI MINISZTER FENHATÓSÁGA ALATT ÁLLÓ
M. KIR. ERDÉSZETI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA.

XXXIX. ÉVFOLYAM 1937.

SOPRON

1—2. SZÁM.

Az ülepedés zavarainak elhárítása az Odén-féle eljárás alapján történő mechanikai elemzésnél.

Írta és az Erdészeti Kutató Intézetek Nemzetközi Szövetségének IX. kongresszusa alkalmával Sopronban előadta: *Botnay Károly.*

Hibaigazítás.

2. old. 13. sorban „legjelentéktlenebb” helyett „legjelentékenyebb” irandó.

henger feneke felett függő serpenyő, a másik karhoz pedig egy a leülepedő részecskék súlyát állandóan és önműködően kiegyensúlyozó elektromos berendezés csatlakozott.

A készülék az idők folyamán több ízben nyert tökéletesítést.

A hengerfal, serpenyő és hengerfenék között összegyűlő üledék távoltartására — nehogy ez a serpenyő szabad függését, ill. csekély függőleges járatát akadályozza — S. Odén már 1919-ben a hengerfenéket úgy képzi ki, hogy abból a serpenyővel szemben egy a serpenyő felfogólapjával kb. megegyező felületű csonka neiloid emelkedik ki. Egyidejűleg megjegyzi, hogy a serpenyő lehetőleg kis magasságban függjön ezen neiloid felső lapja felett, hogy az árnyékoló hatása következtében előálló, a részecskékre nézve „üres tér” is minél kisebb legyen. (2.)

1924-ben végül megjelent az úgynevezett „Odén—Keen automatic Recording balance”, mely az esésgörbét már tökéletesen folyamatos görbe alakjában ábrázolta. (3.)

Később mások is foglalkoztak a mérőserpenyős készülékek kérdésével s a szakirodalom több, az Odén-féle elv gyakorlati alkalmazását szolgáló oly készülékről is beszámolt, melyeknél már bizonyos egyszerűsége s így gya-

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. FÖLDMÍVELÉSÜGYI MINISZTER FENHATÓSÁGA ALATT ÁLLÓ
M. KIR. ERDÉSZETI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA.

XXXIX. ÉVFOLYAM 1937.

SOPRON

1—2. SZÁM.

Az ülepedés zavarainak elhárítása az Odén-féle eljárás alapján történő mechanikai elemzésnél.

Írta és az Erdészeti Kutató Intézetek Nemzetközi Szövetségének IX. kongresszusa alkalmával Sopronban előadta: *vitéz Botvay Károly.*

1915-ben hozta nyilvánosságra *Sven Odén* a talajok mechanikai elemzésére vonatkozó eljárását (1.), amely mint ismeretes abban áll, hogy a leülepedő részecskék tömegét az idő függvényeként mérjük s a függvényt ábrázoló úgynevezett esésgörbét $[P(t)]$ az ugyancsak *S. Odén* által levezetett számítási, vagy még egyszerűbben grafikus eljárással kiértékeljük.

Az elv gyakorlati alkalmazása egy különleges berendezést kívánt. Az üledéket *S. Odén* egy érzékeny kétkarú mérleg segítségével mérte. Ennek egyik karjára volt felfüggesztve az üledék felfogására szolgáló s felfogólapjával mintegy 1—2 mm magasságban a szedimentációs henger feneke felett függő serpenyő, a másik karhoz pedig egy a leülepedő részecskék súlyát állandóan és önműködően kiegyensúlyozó elektromos berendezés csatlakozott.

A készülék az idők folyamán több ízben nyert tökéletesítést.

A hengerfal, serpenyő és hengerfenék között összegyűlő üledék távoltartására — nehogy ez a serpenyő szabad függését, ill. csekély függőleges járatát akadályozza — *S. Odén* már 1919-ben a hengerfenéket úgy képzi ki, hogy abból a serpenyővel szemben egy a serpenyő felfogólapjával kb. megegyező felületű csonka neiloid emelkedik ki. Egyidejűleg megjegyzi, hogy a serpenyő lehetőleg kis magasságban függjön ezen neiloid felső lapja felett, hogy az árnyékoló hatása következtében előáll, a részecskékre nézve „üres tér” is minél kisebb legyen. (2.)

1924-ben végül megjelent az úgynevezett „*Odén—Keen automatic Recording balance*”, mely az esésgörbét már tökéletesen folyamatos görbe alakjában ábrázolta. (3.)

Később mások is foglalkoztak a mérőserpenyős készülékek kérdésével s a szakirodalom több, az *Odén*-féle elv gyakorlati alkalmazását szolgáló oly készülékről is beszámolt, melyeknél már bizonyos egyszerűsége s így gya-

korlatiasságra való törekvések is kifejezésre jutottak, mint pl. *W. Correns*—*W. Schott* (4.), *H. W. Johnson* (5.), vagy *Vendl M.* (13., 14.) készü-lékénél.

Mint azonban kiderült, az *Odén*-féle elv gyakorlati alkalmazásához bi-zonyos sajátságos hibaforrások tapadnak, melyek ennek a felettébb elegáns eljárásnak a megvalósítását megghiúsítják. Ezek a mérések technikai kivi-telével, ill. a serpenyő helyzetével vannak szoros összefüggésben és fő-képen a szabályos ülepedés megzavarása által tűnnek ki.

A hibák kiküszöbölésének a kérdésével annyival is inkább indokolt foglalkozni, mert az *Odén*-elvnek a gyakorlati mechanikai elemzéseken túl-menően fontos szerepe lehet egyéb, tisztán tudományos természetű kuta-tásoknál is. (2., 2a.)

A legjelentéktelenebb hibát a már említett „üres tér” okozza.

R. H. Coutts és *E. M. Crowther* (6.) bizonyos berendezési méretek mel-lett néhány szemnagyságra meghatározták az eljáráshoz tapadó hibák nagyságát azáltal, hogy az ülepedés befejeztével megállapították a ser-penyőre ülepedett anyag hiányát a térfogatviszonyokból számítás útján nyert mennyiséghez képest. A serpenyő alatti árnyékolt s így gyorsan tisztu-ló réteg és az azt körülvevő nem árnyékolt nagyobb koncentrációjú szuszpenzió között ugyanis fennáll egy bizonyos kiegyenlítésre irá-nyuló törekvés. Eközben azonban bonyolult áramlási pályák keletkez-nek, amelyek a serpenyő fölötti térben esésben lévő részecskék függőleges pályáját is megzavarják s ezeknek egy része a serpenyőt kikerülve, a ser-penyő alá ülepszik („szívóhatás”). Ezen rendellenességekben azonban szere-pet játszhatnak bizonyos forgómozgások is. (L. alább.) Nem hagyható továbbá figyelmen kívül a serpenyőnek az egyes kiegyensúlyozások alkalmával vég-zett csekély függőleges mozgása sem, jóllehet az említett osmózis-szerű je-lenség, azaz a részecskéknek a serpenyő alatti ritkább szuszpenzió felé irá-nyuló áramlása a mindvégig nyugalomban függő serpenyő mellett is fennáll.

Kitűnt, hogy a serpenyőn jelentkező hiány a serpenyő-hengerfenék tá-volsággal nő, de függetlenül ettől is annál nagyobb, minél kisebb szem-nagyságokra vonatkozik.¹⁾

A hiány még aránylag kis serpenyő-hengerfenék távolság mellett is tekintélyes lehet.²⁾

A *Coutts* és *Crowther* által egyes frakciókkal kimutatott ezen tenden-

¹⁾ Bizonyos serpenyő-, serpenyőperem- és hengerméretek mellett a nagyobb szem-nagyságoknál az elméleti értékkel szemben már határozott többlet is jelentkezhet a serpenyőn.

²⁾ Egy 20 cm magas, 11'9 cm átmérőjű henger segítségével, egy 10'28 cm átmé-rőjű, 0'47 cm peremmagassággal bíró serpenyővel, 1 mm serpenyő- és hengerfenék-távolság mellett három oly frakciónál, melyek 1 cm utat egyenként 0'5—1'7, 5—17 és 50—170 másodperc alatt tettek meg, a serpenyőn a kísérlet végén összegyűlt üledék mennyisége a számítottal szemben csak 92, 90 és 82% volt.

ciák természetesen következetesen jelentkeznek az egyszerre több nagyságrendet magukba foglaló, tehát igen széles szemnagysághatárok között mozgó diszperzióknál is, mint amilyen maga a talaj; a rendellenes ülepedést ilyen esetben igen jól mutatja az, hogy a kísérlet végén a serpenyőn és azon kívül található üledék mechanikai összetétele eltérő. (17.)

A hibás ülepedésre vonatkozólag *Vendl M.* és *Szádeczky-Kardoss E.* is (12.) folytattak vizsgálatokat. Az általuk levezetett tendenciák hasonlóan a *Coutts* és *Crowther*-féle vizsgálatokhoz, szintén egyes, önálló frakciókkal lefolytatott kísérletek eredményei, azonban különböző koncentrációk mellett. Ezekből a vizsgálatokból kitűnt, hogy az eltérések a *Coutts* és *Crowther* által megállapított tényezőkhöz kívül még a koncentrációtól is függnének s azzal általában nőnek. *Vendl M.* és *Szádeczky-Kardoss E.* a koncentráció hatásának a mértékét bizonyos berendezésbeli méretek és egyéb adottságok mellett meg is határozták s adataikból látható, hogy ez a tényező igen jelentékeny mértékben befolyásolja a szivóhatást.

Az említett forgómozgások alatt *Fisher* és *Odén*³⁾ oly áramlásokat jelölnek meg, amelyek a már egyenletes eloszlású zágnak a hengerbe való betöltésekor (vagy ahol a homogenizálás közvetlenül a szedimentációs hengerben történik, a rázás következményeképpen) állnak elő s a henger tengelye körül vízszintesen, vagy a henger tengelyének irányában s a falak mentén ellenkező irányban mennek végbe s különösen széles hengerekben igen lassan szűnnek meg. Az eredmény az, hogy a részecskék a falak felé hajtatnak, illetve annak közelében ülepednek le s így ugyancsak hiányra vezetnek a serpenyőn, vagyis a *Coutts* és *Crowther* által leírt hibát némileg emelik. *M. Köhn* (7.) szerint azonban a tengely körüli forgást végző szuszpenzióoszlop részecskéi — amíg e forgás tart — mindezek felül nem is a számított sebességgel esnek, hanem lassabban.

Itt említem meg azon hibaforrásokat is, melyek az ülepedéssel szoros összefüggésben állanak ugyan, de közvetlenül csak a mérésekre vannak csekély, vagy számításba sem vehető befolyással. Ilyen a felhajtó erőben az ülepedés alatt jelentkező változás és a részecskéknek a serpenyőre gyakorolt lökőhatása. (11.)

A szabályos ülepedést a sajátos hibaforrások közül felemlíteteken kívül más egyéb, a szedimentációs eljárásoknál általában fennforgó hibaforrások is zavarhatják. Így pl. a közelebről *S. Odén* (2.) által megvizsgált hőmérsékletingadozások okozta konvekciós áramlások, *F. V. Hahn* (8.) szerint a felrázáskor a szuszpenzióba kerülő számtalan nagyobb-kisebb levegőbuborék, a fal közelségének a hatása⁴⁾ stb. Mindezekhez csatlakozik a hibaforrások azon csoportja, melyek nem közvetlenül a szabályos

³⁾ *R. A. Fisher* and *S. Odén*: The theory of the mechanical analysis of sediments by means of the automatic balance. *Proc. Roy. Soc. (Edin.)* 1923—24. Cit. 3., 6.

⁴⁾ A falközelség hatására nézve *Gessner* (9.) jó összeállítással szolgál.

esési pályák megzavarása által hatnak, pl. elektrolythatás, a sebesség-formula alkalmazásával együtt járó hibák, a 2μ -nál kisebb részecskék sűrűségének a megváltozása a vizes szuszpenzióban. (10.)

Ezek a hibaforrások azonban az eddig ismert és szedimentációra alapított készülékekkel kapcsolatban már több oldalról és kiterjedt vizsgálatok tárgyát képezték s így közülük azokkal szemben, amelyek az elhanyagolhatóság mértékét meghaladják, ismeretesebbek a feltételek is, melyeknek a készülék megépítésénél, illetve a kísérlet lefolytatásánál eleget kell tenni; az elháríthatatlannak bizonyult hibaforrásokkal szemben viszont kielégítő korrekciós megoldások állnak rendelkezésre.

Az utóbbi időben már a szedimentációs mérlegekhez tapadó sajátos hibaforrások kiküszöbölését illetőleg is eredményes kísérletek folytak.

Igen egyszerű megoldást alkalmaz a serpenyő alatti tér szívóhatásának kiküszöbölésére *Vendl M.* (15.) az ő kéziüzemre tervezett s mérőrúgóval ellátott újabb elrendezésű készülékénél.⁵⁾ Itt az egyes mérések közvetlen értékét a rúgónak a terheléssel arányos nyúlása szolgáltatja, miáltal oly megoldás vált lehetővé, hogy a serpenyő a kísérletnek úgyszólván az egész tartama alatt a csonka neiloidon fekszik s csak az egyes mérések tartamára kell mintegy egy mm magasra emelni, amiből következik, hogy az ülepedés is annak csaknem teljes tartama alatt szívástól mentes körülmények között történik. Erre az egyszerű megoldásra tehát a készülék célszerű berendezése és alkalmazási módja adták meg a lehetőséget.

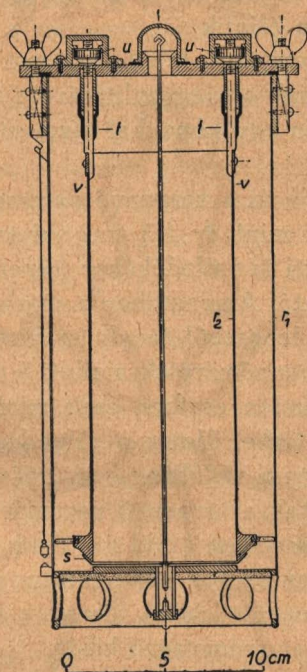
Más esetekben azonban a serpenyő alatti tér a serpenyő szabad függésének, ill. járatának a szükségessége miatt nem iktatható ki. Ez a helyzet az eddig ismert összes önműködő berendezésnél. Ily esetben, hogy a hatásában meglehetősen nagy terjedelemben érvényesülő szívóhatástól legalább a serpenyő fölé eső s a mérések szempontjából számításba jövő szuszpenzióoszlopot megvédjük, célszerű azt a szuszpenzió többi részétől a serpenyő szabad mozgásának a biztosítása mellett a teljes magasságában elválasztani. Egy ilyen védőberendezéssel ellátott szedimentációs hengert mutat az alábbi ábra.⁶⁾

Az r_1 sárgarézből készült erősen nikkelezett henger az alsó pereme felett 3 cm magasságban két részre van osztva. A felső térbe kerül a szuszpenzió. A hengerfenékből egy 3 mm magas köralakú ütköző emelkedik ki, melynek átmérője a serpenyőével megegyezik. A serpenyő (s) és ezen ütköző

⁵⁾ A készülékhez *Romwalter A.* egy igen egyszerű önműködő berendezést is szerkesztett (15., lásd ezenkívül 16.).

⁶⁾ Egy hengeralakú védőberendezés gondolata nagy általánosságban már a *Coutts* és *Crowther* említett dolgozatában (6.) is felmerült. Ugyanakkor azonban az ezzel kapcsolatos nehézségekre is rámutatnak s nincs tudomásom róla, hogy a gondolat meg is valósult volna. Hasonló célzattal *Vendl* és *Szádeczky-Kardoss* egy hengeralakú serpenyőről tesznek (*Vendl*) egyik közleményükben említést (12.), amely azonban szintén nem került kivitelezésre.

érintkezési felületei gondosan vannak csiszolva s a serpenyőnek a leszorítása esetén (lásd később) tökéletesen illeszkednek. A hengerfenék közepén egy kör alakú 10 mm-es nyílás van, melybe egy alsó részén fémdugóval lezárt üvegcsővecske van beillesztve. A fémdugó felső felületéből egy kúpos szeg emelkedik ki. Ebbe az üvegtubusba a henger alsó peremén körben elhelyezett 8 nyíláson keresztül minden irányból jól be lehet látni. A serpenyő szára a serpenyő fenéklapját át-



dőve, a tubusba nyúlik. Helyes központos beállítás mellett a serpenyőszár ezen része pontosan a tubus fémdugójának kúpos szege fölé esik, amit könnyű elérni az említett 8 nyílás segítségével több irányból való ellenőrzéssel.

A 4 szárnyas csavarral gumigyűrű szigetelés következtében vízmertesen felerősíthető hengerfedőre van felszerelve az r_2 védőhenger, mely az u állítócsavarok segítségével a fedőbe becsavart rövid fémhüvelyekben fel s alá mozgatható. A hüvelyek és csavarok közös kaucsukcsőszigeteléssel bírnak (t). A védőhenger alsó pereme 45°-os hajlással kiképzett gyűrűvel van ellátva, mely az ugyancsak 45°-os hajlással bíró s serpenyő hajlásába pontosan illeszkedik.

A védőhenger feladata, hogy a serpenyő felett esésben levő részecskék kifelé irányuló elmozdulását megakadályozza. A védőhenger a kísérlet alatt

peremének élével mintegy 2 mm magasan áll az ütköző felett. A kettő között mindegyiktől 1 mm távolságban lebeg a serpenyő. A serpenyő alatti szívótér tehát itt is jelen van. Ez azonban a mérések szempontjából számításba jövő s elkülönített térben eső részecskéknek a serpenyőre ülepedett mennyiségére — amint azt a kísérletek mutatták (lásd alább) — gyakorlatilag hatástalannak vehető.

A védőhenger központos helyzetét 4 vezető pecék biztosítja, melyek egymáshoz képest 90° -al vannak a védőhenger gyűrűjébe becsavarva és az r_1 hengert végeikkel lazán érintik.

A védőhengeren a serpenyő felett 200 mm magasságban a belső és külső szuszpenzió nivójának a kiegyenlítésére a v nyílások szolgálnak.

A hengerfedő közepén egy kupakkal vízmentesen elzárható nyílás van a serpenyőszár részére.

A védőhenger gyűrűje és a serpenyő pereme közti gyűrűszerű hézagban egészében véve csak mintegy 1.3 cm^3 -nyi szuszpenzió van, amelynek üledéke a serpenyő fölötti tér üledékéhez képest (840 cm^3) oly csekély, hogy bátran elhanyagolható. Amennyiben a mérleget úgy állítjuk be, hogy a golyósúlynak megfelelő lengésből tényleges járatra csak mintegy 0.2 mm essék, úgy a fennálló serpenyőméretek mellett a serpenyő emelkedésénél a gyűrűszerű hasítékból minden esetben csak mintegy 1 cm^3 -nyi szuszpenzió nyomódik ki a külső térbe, illetve a sülyedéskor ennyi szivatik onnan be.⁷⁾ Tekintettel arra, hogy a védőhenger gyűrűje a serpenyőnél szélesebb, az árnyékoló hatás nemcsak a serpenyő peremén belüli gyűrűszerű hézagban áll fenn, hanem a peremen kívül is, a kinyomott és beszívott ezen 1 cm^3 -nyi szuszpenziómennyiségek tehát amennyiben nem azonosak, mindenestre igen közeli koncentrációval bírnak s így a serpenyő dugattyúszerű mozgása sem okozhat számottevő hibát.

Miután az itt leírt, kísérleti célra készült henger anyaga fém, a szuszpenzióoszlop nem állítható be vizuálisan az esésmagasságnak megfelelően. A beállítás ehelyett egy nagyobb taramérleg segítségével súlymeghatározással történhetik.

Ez esetben a 200 mm magas vízoszlop súlya a szedimentációs henger önsúlyával együtt

$$G_{w+z} = V \cdot D_2 + G_z$$

és az ugyanolyan magas szuszpenzióoszlop súlya a henger önsúlyával együtt

$$G_{s+z} = \left(V - \frac{P_1}{D_1}\right) D_2 + P_1 + G_z$$

⁷⁾ A függő rendszer ilyen kis vertikális játéka mellett az áramforrás automatikus be- és kikapcsolására a platinahegy-higany kontaktus helyett platinahegy-platinalemez kontaktus alkalmazható.

hol P_1 a levegőn mért próba súlya,

D_1 a próba sűrűsége,

D_2 a víz sűrűsége,

V a henger volumenje a használatos температурák mellett, a serpenyő feletti 200 mm esésmağasságig.

G_z a száraz henger önsúlya.

A hengert megfelelő, a pontos beállításához alkalmas állványzat segítségével úgy kétkarú mérleggel, mint mérőrúgós berendezéssel lehet használni. A védőhenger és a serpenyőperem közti aránylag kis hézag miatt azonban természetesen nagy gond fordítandó a központos beállításra s annak az egész kísérlet alatt való pontos tartására.

A kísérlethez az r_1 hengert magasságának mintegy $\frac{3}{4}$ részéig desztillált vízzel megtöltjük, majd ferdén, hogy levegőbuborék ne szoruljon alá, beleengedjük a serpenyőt (a serpenyőszár túlérő része a tubusba kerül). A hengerfedő felerősítése után az egész hengert a taramérlegre állítjuk s addig pótolunk belé vizet, míg a G_{w+z} súlyt el nem értük.

A vízbe merülő serpenyővel beállítjuk a 0 helyzetet, majd a serpenyő kiakasztása után a serpenyőt az u csavarok segítségével s a védőhenger közvetítésével erősen lenyomjuk az ütközőre, a próba kényelmes bemosásához szükséges vízmennyiséget a hengerből kipipettázzuk, a próbát bemossuk, a komplett hengert a taramérlegre állítjuk s annyi vizet pótolunk beléje, míg a G_{s+z} súlyt el nem értük. A szuszpenzióoszlop ilyformán a 200 mm esésmağasságra be van állítva s a serpenyőnyílást az elzáró kupakkal lezárva, a hengert le- s felfordítgatva homogenizálhatunk. A készülék alá való állítás pillanatával kezdődik a kísérlet, vagyis a regisztráló-henger óraműjének megindítása s ezt követőleg nyitjuk az elzáró kupakot, emeljük az u csavarok segítségével 2 mm magasra a védőhengert s akasztjuk fel a mérlegre a serpenyőt.

A védőhengernek ebbe a magasságba való emelése gyorsan és pontosan eszközölhető. A recézett s a keskeny kengyelből oldalt kiálló u csavaranyák segítségével a védőhengert addig emeljük, míg a csavarorsók a kengyel felső oldalába ütköznek, ami a beállítás szerint 2 mm emelkedésnek felel meg.

Az itt leírt berendezéssel több elemzést végeztem olyképpen, hogy a szedimentációt a 2μ -os részecskék leülepedése után megszakítottam s a még lebegésben levő részeket és az üledéket ellenőrző vizsgálatnak vetetem alá.

A vizsgálatok megejtéséhez egy mérőrúgóval ellátott önműködően kiegyensúlyozó és regisztráló berendezést állítottam össze, melyről egy másik alkalommal fogok beszámolni; itt egyelőre elég lesz annyit megjegyezni, hogy a kiegyensúlyozás esetenként 0'0547 g vízben mért tömeg

leülepedése után következett be s eközben a serpenyő függőleges járata 0,2 mm volt.

Az elrendezés mellett megvan a lehetőség arra, hogy a kísérlet befejeztével a serpenyőre és azon kívül leülepedett, illetve az ezek fölötti térben még lebegésben levő részecskék mennyiségét a hengerből elkülönítve is kinyerhessük. A védőhenger ugyanis az *u* csavarok segítségével leszorítható, ezáltal a kúpos hengergyűrű és serpenyőperem pontosan egymásba illeszkednek s így a serpenyő fölötti szuszpenzióoszlopot a szuszpenzió többi részétől teljesen el lehet zárni. Így a védőhengeren belül és kívül eső szuszpenziót a fedélnek a középnylásán, illetve egy a külső tér felett elhelyezett nyílásán át elkülönítve lehet leszívni. E célra két üvegcső szolgál, melyeknek a szuszpenzióba merülő, mintegy 6 mm magasan felgörbített végein 1 mm-es nyílások vannak, a hengerből kiálló másik végeikre pedig a leszíváshoz szükséges kaucsukcsövek vannak felhúzva.⁸⁾ A lebegő részek leszívása után a serpenyőt kiemelve, az erre és a fenékre leülepedett anyagot szintén elkülönítve nyerhetjük. A berendezés tehát az esetleg jelentkező rendellenességek megállapítását, úgy a serpenyő feletti, mint az azon kívül eső térben a leülepedett és még lebegő részekre nézve külön-külön is lehetővé teszi.

Ilyen kísérletek eredményei vannak a következő táblázatos kimutatásokban összefoglalva.

Az ellenőrző vizsgálatoknál szem előtt kell tartani, hogy az egyes frakciók a különböző hibaforrások hatása alatt különbözőképpen oszolhatnak meg a serpenyőre és azon kívül leülepedett anyagban s hogy az egyik frakciónál előálló hiányt egy másiknak a felhalmozódása bizonyos mértékig kiegyenlítheti. Így a talált összmennyiségeknek a térfogatviszonyokból számított értéktől való eltérése egymagában véve még nem nyújt elegendő támpontot a helyes eloszlás ellenőrzésére. Ha tehát széles határok közötti frakciókból álló rendszer ülepedési viszonyait kutatjuk, úgy a serpenyőre s azon kívül leülepedett anyagot mechanikai összetételére nézve is meg kell vizsgálni (célszerűen pipettás eljárással). Helyénvaló ezenfelül oly próbákkal dolgozni, melyekben a durvább, vagy a finomabb frakciók túlsúly-

⁸⁾ A leszívás fémhengerben történik, tehát láthatatlanul s így megeshetne, hogy a belső és külső tér szuszpenziója között az esetleg eltérő sebességű leszívás következtében tartósan nagyobb magasság-különbség áll be. Ez esetben azonban a serpenyő és védőhenger gyűrűjének fémes illeszkedése esetleg nem tömitene eléggé ahhoz, hogy a magasabb oszlopból az alacsonyabba a szuszpenzió át ne nyomódhasson. Ennek elkerülése érdekében célszerű a leszívott szuszpenziókat két olyan üveghengerbe vezetni, melyek keresztszelvényeinek a területe úgy viszonylik egymáshoz, mint a védőhenger és az azon kívül eső oszlopgyűrű szelvényei. (Meg nem felelő méretekkal bíró üveghengerek megfelelő mennyiségű üvegbot beállításával segítségével tehetők e célra alkalmasakká.) A leszívást a kaucsukcsöveken elhelyezett szorítócsavarokkal úgy szabályozva, hogy az összehangolt két üveghengerben a szuszpenziószintek egyenlő magasságban emelkedjenek, a védőhenger és külső tér szuszpenziója is egyenlő szint-magasságuk megtartása mellett süllyednek s így a két elkülönített tér lebegő részei külön-külön pontosan nyerhetők.

ban vannak. Amennyiben ezen ellenőrző vizsgálatok mellett a serpenyőre és azon kívül leülepedett anyag egyenlő mechanikai összetételűnek bizonyul, úgy ez annak a jele, hogy a hibaforrások az ülepedést és helyes megoszlást illetően hatástalanok voltak.

A vizsgálatokhoz használt próbák céljaira achátmozsárban eldörzsölt kvarchomok szolgált. Az 1., 2. és 4. próbánál a 0'06 mm⁹⁾ szem átmérőnél nagyobb részecskék előzetes ismételt szitálással eltávolítottak. A 3. próba anyagát a 0'02 mm aequivaleus átmérőnél kisebb részek dekantációja útján a fenti próbák anyaga szolgáltatta; a dekantált részek bepárlása után az anyag újból el lett dörzsölve. Valamennyi próba anyaga 500 cm³ desztillált vízben való szuszpendálás után 1 órára a rázógépre került (50 fordulat/perc). Egy éjszakai állás után újbóli rázás után történt az elemzés.

Az ülepedés befejezése, majd a még lebegésben levő részecskéknek a már említett módon való leszívása s a serpenyőn s azon kívül leülepedett anyagnak külön *Köhn*-hengerekbe való átmosása után ez utóbbiaknak a *Köhn*-pipettával való elemzése következett. A leülepedett részek százalékos kiértékeléséhez szükség volt ezek mennyiségének az ismeretére is. Ezt a célt szolgálta a serpenyő anyagának az elemzés megejtése után a megfelelő *Köhn*-hengerből történt bepárlása és mérése. Ennek és az ugyancsak bepárolt összes lebegő részek súlyának ismeretében a serpenyőn kívül leülepedett részek mennyisége már számítható volt.

Talajosztályozás szempontjából a Schweizerischen Agrikulturchemischen Anstalten 1920 óta használatos beosztása szerint a fenti két próba vályogtalajnak felel meg (20—50% eliszapolható, azaz 0'01 mm-nél kisebb aequivaleus átmérővel bíró részecske.¹⁰⁾

A következő próba eliszapolható része több mint 80%; a fennemlített intézet osztályozása szerint (50%-nál több eliszapolható résszel) tehát agyagtalajnak felel meg, vagyis itt már egy szélső helyzettel van dolgunk.

Egy másik szélsőséget jelent a következő 4. sz. próba, amennyiben 11'6% eliszapolható résszel a fenti osztályozás szerint (20% alatti eliszapolható mennyiséggel) homoktalajnak felel meg.

⁹⁾ A vízben való homogenizálás csak az 0'05 mm átmérőn aluli frakcióknál eredményez teljesen egyenletes eloszlást. Evégből csak a könnyen áthulló részecskék lettek próbák céljaira felhasználva.

¹⁰⁾ A 0'06—2'00 mm közti részecskékre nézve feltételezve, hogy igen kis mennyiségben volnának jelen, ill. hiányoznak.

1. sz. kimutatás.

A próba száma 1.

Bemérés 12'9173 g, 20 óra és 40 percig tartó ülepedés után leszíva 0'3620 g lebegő rész. A teljes szuszpenzióoszlop térfogata 1930 cm³; ebből a serpenyő fölé esik 840 cm³. A szuszpenzióoszlop magassága a serpenyő felett 200 mm. A serpenyőütköző távolság 1 mm. Hőmérséklet esés az ülepedés tartama alatt 16'0 C° → 15'2 C°.

A serpenyő fölötti szuszpenzió oszlop részecskéinek megoszlása az ülepedés végén				Az üledékek összetétele			
	Számítás utján nyert g	Kísérletileg talált g	%	Aequ. átmérő μ	Serpenyőn %	Serpenyőn kívül %	Eltérés %
Lebegésben volt még	0'1575	0'1590	100'9	2>	4'4	4'5	-0'1
				2-5	11'2	11'6	-0'4
				5-10	13'3	13'3	-
Leülepedett	5'4615	5'4388	99'6	10-20	25'6	26'2	-0'6
				20	45'5	44'4	+1'1
Összesen	5'6190	5'5978	99'6	Összesen	100'0	100'0	

2. sz. kimutatás.

A próba száma 2.

Bemérés 12'0259 g. 15 óráig tartó ülepedés után leszíva 0'4030 g lebegő rész. A teljes szuszpenzióoszlop térfogata 1930 cm³, ebből a serpenyő fölé esik 840 cm³. A szuszpenzióoszlop magassága a serpenyő felett 200 mm. A serpenyőütköző távolság 1 mm. Hőmérséklet esés az ülepedés tartama alatt 16'8 C° → 16'4 C°.

A serpenyő fölötti szuszpenzió oszlop részecskéinek megoszlása az ülepedés végén				Az üledékek összetétele			
	Számítás utján nyert g	Kísérletileg talált g	%	Aequ. átmérő μ	Serpenyőn %	Serpenyőn kívül %	Eltérés %
Lebegésben volt még	0'1754	0'1780	101'5	2>	3'4	3'5	-0'1
				2-5	11'1	11'2	-0'1
				5-10	15'2	15'8	-0'6
Leülepedett	5'0700	5'0445	99'5	10-20	25'2	25'7	-0'5
				20<	45'1	43'8	+1'3
Összesen	5'2454	5'2225	99'6	Összesen	100'0	100'0	

3. sz. kimutatás.

A próba száma 3.

Bemérés 10'9917 g, 25 óra 45 percig tartó ülepedés után leszíva 0'9260 g lebegő rész. A teljes szuszpenzióoszlop térfogata 1930 cm³; ebből a serpenyő fölé esik 840 cm³. A szuszpenzióoszlop magassága a serpenyő felett 200 mm. A serpenyőütköző távolság 1 mm. Hőmérséklet esés az ülepedés tartama alatt 16'4 C° → 15'3 C°.

A serpenyő fölötti szuszpenzió oszlop részecskéinek megoszlása az ülepedés végén				Az üledékek összetétele			
	Számítás utján nyert g	Kísérletileg talált g	%	Aequ. átmérő μ	Serpenyőn %	Serpenyőn kívül %	Eltérés %
Lebegésben volt még	0'4030	0'4160	103'2	2>	9'8	9'0	+ 0'8
				2-5	32'6	30'7	+1'9
				5-10	39'4	38'2	+1'2
Leülepedett	4'3810	4'3369	99'0	10-20	17'0	19'4	-2'4
				20<	1'2	2'7	-1'5
Összesen	4'7840	4'7529	99'4	Összesen	100'0	100'0	

4. sz. kimutatás.

A próba száma 4.

Bemérés 9'1947 g, 21 óráig tartó ülepedés után leszíva 0'1320 g lebegő rész. A teljes szuszpenzióoszlop térfogata 1960 cm³. A serpenyő fölé eső volumen 840 cm³. A szuszpenzióoszlop magassága a serpenyő felett 200 mm. A serpenyőütköző távolság 1 mm. Hőmérséklet esés az ülepedés tartama alatt 11'0 C° → 10'8 C°.

A serpenyő fölötti szuszpenzió oszlop részecskéinek megoszlása az ülepedés végén				Az üledékek összetétele			
	Számítás utján nyert g	Kísérletileg talált g	%	Aequ. átmérő μ	Serpenyőn %	Serpenyőn kívül %	Eltérés %
Lebegésben volt még	0'0565	0'0565	100'0	2>	} 5'7	4'5	+1'2
				2-5			
				5-10		6'6	-0'7
Leülepedett	3'8834	3'8825	100'0	10-20		44'0	+0'6
				20<		44'9	-1'1
Összesen	3'9399	3'9390	100'0	Összesen	100'0	100'0	

A táblázatos kimutatás adatai szerint tehát sor szerint 0'4, 0'4, 0'6 és 0'0 százalék az a mennyiség, melyet a szívóhatás terhére írhatnánk. Számításba véve azonban azt a változatos műveletet, amelyen a próba addig, míg végül bepárolva lemeretett (rázólobbikban rázás, átmosás a szedimentációs hengerbe, átmosás a Köhn-hengerbe s végül a bepároló-edénybe) átesett, fel lehet tenni, hogy azt teljes mennyiségben visszanyerni nem lehetett s így a fenti százalékos értékek még valamelyest magasak is lehetnek. Külön kiemelem a 3. sz. próbát, melyben éppen a szívóhatásnak igen nagy mértékben kitett frakciók vannak túlsúlyban s ennek dacára a visszanyert részek mennyisége a térfogatviszonyok segítségével számítás útján nyerhető mennyiségnek nemkevesebbé 99'4%-át teszi ki. Az is kérdéses, hogy a jelentkező hiányt teljes mennyiségében a szívóhatás terhére írhatjuk-e?

Mint említést nyert, a szívóhatásnak elsősorban a kis részecskéket magukba foglaló frakciók vannak kitéve; minél nagyobb szemeket tartalmaz tehát a frakció, annál kisebb a szívás okozta eltérés. Ez a tendencia nem derül ki az 1., 2. és 4. próbánál már csak azért sem, mert a serpenyőre s azon kívül leülepedett anyagok a mechanikai összetételükben egyébként is igen kis eltéréseket mutatnak. De még a 3. sz. próbánál sem jelentkezik ez a tendencia, ahol pedig a serpenyőre és azon kívül leülepedett anyagok mechanikai összetétele kifejezett eltéréseket mutat.

Bármilyen is legyen azonban ezen hiányok oka, figyelembe véve például a Coutts és Crowther (6.) által ugyancsak 1 mm serpenyőütköző távolság mellett az egyes frakciókra a számítással nyert értékekkel szemben kísérletileg meghatározott mennyiségeket (92, 90, 80%), meg lehet állapítani, hogy a védőhenger alkalmazásával a szívóhatást is el lehetett hárítani annyira, hogy az az Odén-féle elv alkalmazásánál számításba jövő akadályt nem jelenthet.

A védőhenger itt ismertetett kivitele mellett a falközelség egy bizonyos mérvű hatásával mindenesetre számolni kell. Ez azonban a védőhenger méretei mellett (73 mm átmérő, 200 mm oszlopmagasság) számottevő eltérésre nem vezethet. (7., 9.) Másrészt ép az a körülmény, hogy a védőhenger teljes szelvénye számításba jön az ülepedés és a mérések szempontjából, egy másik hibaforrás kiküszöbölését teszi lehetővé, nevezetesen a Fisher és Odén által leírt és említett forgómozgás okozta hiányokat. A teljes keresztmetszvény anyaga a serpenyőre jutván, a falak közelében leülepedett részecskék is a serpenyőre ülepednek, a mérések szempontjából tehát nem vesznek el.

A finomabb és a konvekciós áramlások részéről leginkább veszélyeztetett részecskékből álló frakciókra vonatkozólag különösen kedvező a védőhenger. Ez ugyanis a szuszpenzióoszlopot egy belső, a mérések szem-

pontjából számításba jövő és egy külső, e tekintetben közömbös részre osztja. Utóbbi az előbbi körülveszi s azt a kívülről jövő hőmérsékletingadozásokkal szemben védi. Ezek ugyanis elsősorban a közömbös külső hengergyűrűben idéznek elő konvekciós áramlásokat, ahol azonban a hőingadozás ép az áramlások segítségével egy viszonylag nagy tömeg szuszpenzióra oszlik el s így a belső hengerhez már igen elenyészve érkeznek. Bizonyos, hogy a hőmérséklet hosszantartón és lassan végbemenő változásai a belső szuszpenzióoszlopba is eljutnak. Ezek azonban *S. Odén* (2.) szerint távolról sem jelentenek a zavartalan ülepedésre olyan veszélyt, mint a gyors hőmérsékletváltozások. Ez a védőhatás természetesen még itt is fokozható hőszigetelő filcköpennyel. Ugyanezt a célt szolgálja a henger fenéklapjára alul felszerelt s az ábrán is látható filckorong.

A serpenyő 0,2 mm-es nikkelezett rézlemezéből, a szár 2 mm-es drótból készült s így a felhajtáskülönbség változása is csak elenyésző mértékben befolyásolja a méréssorozatot, egy *Vendl M.* (13., 14.) szerint alkalmazott korrekcióval pedig a kiértékelésnél is fokozhatjuk az ezen hibaforrástól való függetlenítést.

A forgómozgás ellen egy a hengerbe sugárirányban és függőlegesen beszerelt féklappal, a felszálló légbuborékok ellen pedig légritkított térben és kifőzött vízzel történő homogenizálás által kíséreljük meg a védekezést. Amennyiben az ezen hibaforrások által okozott eltérések jelentékenyebbeknek bizonyulnak, a henger a szükséges berendezésekkel is ellátható. Idevonatkozó kísérletek folyamatban vannak.

Az elrendezés abból a szempontból is előnyös, hogy a serpenyő alá egész bizonyossággal nem juthat légbuborék.

Mint minden mechanikai elemzésre használt berendezésnek, úgy ezen hengernek is korlátolt az alkalmazási lehetősége. Az elemezhető szemnagyságok felső határát itt a homogenizálási lehetőség szabja meg. Kísérleti úton megállapítást nyert, hogy a felső határ e tekintetben az 0,05 mm-nél van.

Az idevonatkozó vizsgálatokhoz az anyagot szűk szemnagysághatárok közt leiszapolt kvarcfrakciók szolgáltatták, amelyek utólag még mérőmikroszkóp alatt ellenőriztek. Az alábbiakban 0,2 és 0,1 mm-el jelölt nagyságrendeknél az átmérőben ezen értékektől fel és lefelé mindössze mintegy 20%-os eltérések voltak. Úgy a homogenizálás, mint az üleptetés alatt a védőhenger a serpenyőre, illetve mindkettő a hengerfenékre le volt szorítva, tehát maga az ülepedés a belső és külső térbe került szuszpenzió részek teljes elkülönítése mellett ment végbe. A homogenizálás minden esetben 1 percig tartott, amely idő alatt negyvenszer került a hengerfedél alsó és felő állásba. Az üleptést követően a teljesen tiszta víz leszívása után a serpenyőn s azon kívül talált üledék bepárolva lemeretett. A serpenyőre a térfogatviszonyokból számított mennyiségnek a következő %-ai jutottak:

0'2 mm	0'1 mm	0'05—0'02 mm	0'05 mm >
90'2	94'8	99'95	99'96
88'6	95'8	99'71	99'85
88'7	92'7	99'86	99'96

Amint a kimutatásból kitűnik, az 0'05 átmérőn felüli szemek nemcsak hogy nem oszlanak el egyenletesen, de ezeknél az egyes frakciókon belül még elég nagy eltérések is jelentkeznek.

A különböző diszperzitású próbáknak az 1—4. táblázatos kimutatásba foglalt adatai alapján a henger alkalmazási lehetősége egyébként a rendszer finomabb vagy durvább tulajdonságától gyakorlatilag függetlennek mondható s ennek megfelelően a henger az *Odén*-mérleggel kapcsolatban közvetlenül a talajok gyakorlati mechanikai elemzésére is alkalmas. Ez esetben természetesen a 0'05 mm-nél nagyobb átmérővel bíró frakciók előzőleg eltávolítandók és külön elemezendők valamely mozgó vízzel dolgozó eljárással.¹¹⁾

Amennyiben az elemzés megosztva történik, úgy az eredeti bemérésből az 0'05 mm-nél kisebb átmérőjű részek összes mennyisége a legpontosabban a kísérlet végén a serpenyőre ülepedett s afelett még lebegésben talált részek párlatából nyerhető, ezek együttes súlyának a faktorral történő osztása útján. A leszívás a már leírt módon történik s a lebegő részből elegendő alapos összerázás után egy kipipettázott aliquot részt — célszerűen mérőüvegben és szárítószekrényben — bepárolni.

Oly vizsgálatoknál, ahol az 0'05 mm-en felüli nagyságrendek már eleve nincsenek jelen, a bemért anyag közvetlenül a szedimentációs hengerbe kerül s így az utólagos bepárlás elesik. Ez esetben tehát igen egyszerű eljárással válnak az *Odén*-féle elvben rejlő lehetőségek kimeríthetőkké.

Az eljárást a fentiek figyelembevételével mellett a gyakorlati oldaláról tekintve el kell ismerni, hogy az a kitűnő és egyszerű pipettás eljárások

¹¹⁾ Az elválasztás a *Schöne*-féle, mintegy 350 cm³ ürtartalmú iszapoló henger és megfelelő piezometer segítségével célszerűen a következőképpen történhet: Az első 1'5 liternyi kiiaszapolt részt külön fogjuk fel. Ezen mennyiség mellett a *Schöne*-féle hengerben elméletileg mintegy négyszer megújul az iszapoló víz s így ez az 1'5 l-nyi szuszpenzió a legfinomabb részecskének csaknem a teljes mennyiségét magában foglalja. A hiányzó részt csatlakozólag egy mintegy 16 cm-es átmérőjű másik üveghengerben (trágyázási kísérletekhez használatos edény) fogjuk fel. Amint ebben a hengerben is mintegy 15—20 cm magasságot ért el a szuszpenzió, a még ki nem iszapolt részecskéket folytatólag egy harmadik edényben fogjuk fel (a *Schöne*-féle készülékhez mellékelte nagy üvegedényben) éspedig a teljes elválasztásig. A második és harmadik edényben felfogott szuszpenzióban túlnyomóan csak nagyobb részecskék vannak, amelyek viszonylag gyorsan ülepednek s 24 óra elteltével többnyire már a második edény iszapoló víze is annyira tiszta, hogy az a leülepedett rész fölül leszívható. Hogy az iszapoló víz minél nagyobb mennyiségben legyen eltávolítható, a leszívást megdöntött edény mellett végezzük óvatosan és lassú kifolyással. Az így nyert 0'05 mm-nél kisebb szemnagyságok részleteinek a szedimentációs hengerbe való bemosásánál ügyelni kell arra, hogy ott azok összes mennyisége a mosóvizet is beszámítva, mintegy 1900 cm³-t ne haladjon meg. A szedimentációs henger térfogata a 200 mm-es oszlopmagasságig 1930 cm³ s a még hiányzó vízmennyiséget a pontos magasságnak a táramérlegen történő beállítására használhatjuk fel.

mellett, melyeknek előnyei különösen tömegvizsgálatoknál szembeszökőek, inkább csak az időnként előforduló egy-egy elemzés esetében juthat szerephez.

Az *Odén*-mérlegek főképp a tisztán tudományos célzatú vizsgálatoknál tesznek jó szolgálatot, ahol a hangsúly csaknem mindig az 0,05 mm-nél kisebb és koagulációra hajló, tehát a leírt hengernek is alkalmazási körébe eső részecskéken van. Ilyen vizsgálatoknál a mérőserpenyős készülékek különleges előnyének kell tekinteni, hogy azok az össz-szuszpenzióból származó üledéknek mindig egy nagy hányadát és pedig igen részletesen vagy éppen folyamatosan mérik, hogy tehát a felvett esésgörbéből az eloszlás- $(F[r])$ és gyakorisággörbe $(N[r])$, nemkülönben a szinte korlátlan mennyiségben kiértékelhető nagyságrendeknek a %-os mennyisége nagy pontossággal nyerhető.

A kísérleti henger egyelőre rézbádogból készült, mert a kísérletezések során többször szükségessé vált változások szempontjából ez az anyag felelt meg leginkább. Az egész henger erősen lett nikkelezve s miután próbák céljaira „Quarzsand gewaschen und geglüht, pro analysi”-ból nyert órletet alkalmaztam, így a henger ezen anyaga sem befolyásolta a kísérletek exakt kivitelét. Természetesen talajvizsgálati célokra a henger anyagát megfelelőbbel kell majd pótolni. E tekintetben a külső henger számára üveg vagy porcellán, védőhenger, serpenyő, ütköző és fedő céljaira pedig esetleg a *Krupp*-féle V2A acél jöhet számításba. Lehet azonban a teljes szedimentációs hengert is ebből az acélból készíteni.

Összefoglalás.

A szabályos ülepedést zavaró hatások elhárítására szerző egy védőberendezéssel ellátott szedimentációs hengert szerkesztett (ábra). A hengerrel finomabb és durvább rendszereken egy önműködően kiegyensúlyozó és regisztráló berendezés segítségével kísérleteket végzett. A kísérletek befejeztével a serpenyőre leülepedett anyagot, továbbá a serpenyő felett s ezen kívül eső térben még lebegésben levő részeket tartalmazó szuszpenziót az anyag megoszlásának ellenőrzésére elkülönítve bepárolta s mérte, a serpenyőre s ezen kívül leülepedett anyagokat azonban annak eldöntésére, hogy mechanikai összetételük megegyező-e, előzetesen még pipettás elemzésnek is alávetette (1—4. kimutatás).

Amint az adatok mutatják, az alkalmazott berendezéssel a zavarok olyannyira elháríthatók, hogy az *Odén*-féle elv gyakorlati alkalmazásánál számottevő akadályt nem képezhetnek.

Zusammenfassung.

Um die das Absetzen störenden Einflüsse auszuschalten, wurde ein mit einem Schutzzylinder versehener Sedimentationszylinder konstruiert. (Abb.) Die Versuche wurden mit Hilfe einer selbsttätig ausgleichenden und registrierenden Einrichtung an gröberen und feineren Systemen ausgeführt. Nach dem Versuche wurden die über der Waagschale, sowie außerhalb dieser befindlichen Sedimente und die ober diesen noch schwebenden Teile zur Kontrolle der Verteilung der Substanzen gesondert eingedämpft und gewogen; die auf der Waagschale und außerhalb dieser befindlichen Substanzen hingegen wurden — zur Feststellung, ob ihre mechanische Zusammensetzung identisch ist — vorher einem Pipettenverfahren auch unterzogen. (Zahlentafel 1—4.)

Die Ergebnisse zeigen an, daß durch die benutzte Einrichtung die Störungen der Sedimentation soweit unschädlich gemacht werden können, daß sie bei der praktischen Anwendung des Oden'schen Prinzips keine Schwierigkeiten zu verursachen vermögen.

Die Abhandlung erscheint auch in deutscher Sprache. (18.)

Summary.

To neutralize the troubles of the settling process a settling apparatus having an internal protecting cylinder was constructed. (Fig.) The experiments were carried out on coarser and finer systems by an automatically balancing and self-recording appliance. After the experiments both the sediments over the pan and these out of the pan, besides the floating parts were as control of the distribution of the substances — each separately — evaporated and weighed; but the substances on the pan and these out of the same were first examined by a pipetting test to ascertain the identity of their mechanical composition. (Tables 1—4.)

It is shown by the obtained results that by the used apparatus the troubles of the settling process can be neutralized as far that by them no difficulties may be raised on practical applying of the Oden's principle.

*

Befejezésül hálás köszönetemet fejezem ki a M. Kir. Földművelésügyi Minisztériumnak anyagi támogatásáért, továbbá Roth Gyula műegyetemi ny. r. tanár úrnak, ki e támogatást részemre megnyerni s kísérleteimet az Erdészeti Kutató Intézet munkaprogramjába beállítani szíves volt.

Öszinte hálaival tartozom Vági István műegyetemi ny. r. tanár úrnak is, aki munkámat a legnagyobb jóindulattal mozdította elő, nemkülönben Vendl Miklós műegyetemi ny. r. tanár úrnak, aki előzetes vizsgálataimhoz az általa konstruált első mérőrúgós berendezését rendelkezésemre bocsátotta s mindenkor szívélyesen és messzemenően támogatott.

Irodalom.

1. S. Odén: Eine neue Methode zur mechanischen Bodenanalyse. Int. Mitt. für Bodenkunde. 5. 257—311. old. 1915.
2. S. Odén: Die automatisch registrierende Sedimentvorrichtung und ihre Anwendung auf einige kolloidchemische Probleme. Koll. Zeitschr. 26. 100—121. old. 1920.
- 2a. J. Nordlund †: Untersuchungen über Bildungsmechanismus und Eigenschaften der nach verschiedenen Dispersionsmethoden dargestellten Quecksilberhydrosol. (Közzétette: S. Odén.) Koll. Zeitschr. 26. 1920.
3. A. Keen: The physical properties of the soil (London). 82—88. old. 1931.
4. W. Correns und W. Schott: Vergleichende Untersuchungen über Schlamm- und Aufbereitungsverfahren von Tonen. Koll. Zeitschrift. 61. 68—80. old. 1932.
5. H. W. Johnson: Soil science. 16. 366—369. old. 1923.
6. R. H. Coutts and E. M. Growther: A source of error in the mechanical analysis of sediments by continuous weighing. Trans. Faraday Soc. 21. 374—380. old. 1925.
7. M. Köhn: Beiträge zur Theorie und Praxis der mechanischen Bodenanalyse. Landwirtschaftliches Jahrbuch. 67. 485—546. old. 1928.
8. F. V. von Hahn: Dispersoidanalyse. (Dresden und Leipzig.) 1928.
9. H. Gessner: Die Schlämmanalyse. (Leipzig.) 1931.
10. F. Zunker: Eignung der mechanischen Verfahren zur Bestimmung der Dränentfernung. Der Kulturtechniker. 31. 38—131. old. 1928.
11. Romwalter A.: Az ütközés szerepe az Odén módszerével végzett mechanikai elemzésben. Magy. Tud. Akad. Math. és Term. tud. Ért. LIII. kt. I. r. 141—147. old., 1935.
12. M. Vendl und E. Szádeczky-Kardoss: Über den sogenannten grundsätzlichen Fehler der mechanischen Analyse nach dem Odén'schen Prinzip. Koll. Zeitschrift. 67. 229—233. old. 1934.
13. M. Vendl: Eine Vorrichtung zur Schlämmanalyse kleiner Substanzmengen. M. Kir. József nádor Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem Bányászati és Kohászati Osztályának Közleményei. 4. 104—119. old. Sopron, 1932.
14. Vendl M.: Egy új iszapolókészülék. A Magy. Tud. Ak. Math. és Természettud. Ért. LI. 335—376. old. 1934.
15. Vendl M.: Kőzet-, érc- és szénmeghatározó módszerek. A M. Kir. József nádor Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem könyvkiadó alapjának kiadása. 257—279. o. Sopron, 1935.
16. M. Vendl und A. Romwalter: Eine einfache Schlämmwaage mit Handbetätigung und automatischer Registrierung. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw. Beil. Bd. 71. Abt. A. 524—552. old. 1936.
17. Schumacher K.: Talajok mechanikai analysise a Vendl-féle folytonos P/t görbét adó szedimentációs készülékkel. Magyar Tudományos Akadémia Matematikai és Természettudományi Értesítője. LII. Budapest, 1934.
18. K. Botvay: Die Vermeidung der fehlerhaften Sedimentation bei der mechanischen Analyse nach Odén. Ausgabe des IX. Kongresses des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten. Sopron, Ungarn. Erdészeti Kutató Intézet, 1937.

Erdőhasználati időtanulmányok.

IV.

A különböző fogszerkezetű kézi döntőfűrészek és a „Rinco” motorfűrész teljesítménye erdeifenyő bányafa keresztirányú fűrészelésénél.

Írta: Dr. Pallay Nándor.

A hagyásfákból való бүкktűzifa termelését ismertető időtanulmányi munkám keretében foglalkoztam már a döntőfűrészek teljesítményével. Az ottani megfigyelések kiegészítésére szükségesnek tartottam a vizsgálatokat kiterjeszteni egy tülevelű fafajra is. Részben a teljesség kedvéért, részben pedig azért, hogy a hazai vizsgálatok eredményeit összehasonlíthassam az erdészeti munkatudományokkal foglalkozó szakirodalom adataival. Erre a célra kiválóan alkalmasnak látszott az erdeifenyő, mivel a németországi időtanulmányi adatok legnagyobb része erre a fafajra vonatkozik.

A döntőfűrészek teljesítményének vizsgálatát kézfűrészekkel és a „Rinco” motorfűrészrel hajtottam végre. Minden fűrészelési vizsgálatnak elsőrendű feltétele, hogy elegendő számú metszésből álló adatsor álljon rendelkezésre. Azért a vizsgálat lefolytatására olyan helyet választottam, ahol ezt a feltételt minden további nélkül kielégíthettem. Céлом mindenkor az volt, hogy az elméleti vizsgálatot a legszorosabb összhangba hozzam a gyakorlati élettal, azért arra törekedtem, hogy a vizsgálatok olyan körülmények, olyan munkafeltételek mellett legyenek végrehajtva, hogy az elért eredmények valóban gyakorlati értékkel bírjanak. Tömeges adatszerzés céljából legalkalmasabb a vizsgálatokat vagy egy vágásterületen, vagy egy ipartelepen végrehajtani, ahol elegendő fa áll rendelkezésre. Megfelelő vágásterület, már t. i. olyan, ahol elegendő erdeifenyő került volna feldolgozásra, sajnos nem állt rendelkezésemre, már csak azért sem, mert Sopronban ezidőszerint nincs is vágásra érett nagyobb erdeifenyőállomány. A vizsgálatok végrehajtására rendelkezésre álló szerény anyagi keretek pedig nem engedték meg, hogy a vizsgálatokat az ország más részében folytassuk le. Mivel valamely vágásterületen lefolytatandó fűrészelési vizsgálatok költség- és időkímélés szempontjából megkívánják, hogy a felfűrészkelendő fák lehetőleg egy helyen legyenek, vagy ellenkező esetben összehordassanak, másrészt a metszések számát illetőleg kötve van a vizsgáló az illető

gondnokság által termelendő választékok méreteihez, ha csak a tudományos cél érdekében a birtokos nem vállalja a vele járó veszteséget, sokkal egyszerűbbnek látszott a vizsgálat lefolytatására egy bányafatelepet választani, ahol a tulajdonos anyagi kára nélkül lehetett a vizsgálatokat végrehajtani. Így esett azután választásunk az Urikány-Zsilvölgyi Magyar Kőszénbánya-Részvénytársaság brennbergi bányafatelepére. A vizsgálat lefolytatását illetőleg a brennbergi bányagazgatóság a legmesszebbmenőleg állott rendelkezésünkre, amiért is ezúton is a leghálásabb köszönetünket fejezzük ki.

Ilyen körülmények között természetesen a tömeges adatszerzésnek semmi akadályja már nem volt, mivel a telepre leszállított nagyszámú bányafatónk (4'4, 6'0 és 6'6 m hosszú) feldarabolása elegendő vizsgálati anyagot szolgáltatott. Ennek az előnynek volt azonban egy árnyoldala is, t. i. az, hogy az átmérőket illetőleg nagy választék nem állott rendelkezésünkre, mert mint általánosan ismert, a bányafa vastagsági mérete többnyire 12—24 cm között mozog.

A tiszta fűrészelési teljesítmény megállapításán kívül adatokat szereztem arra vonatkozólag is, hogy a különböző fogszerkezetű döntőfűrészek és a „Rinco” motorfűrész munkája mellett, adott vastagságú bányafarönkök feldarabolásánál, 1 tm³ felhasználásra kész 2'2 m hosszú bányafa feldarabolásához mennyi munkaidő szükséges. Ez a kérdés nem vág ugyan bele szorosan az erdész munkakörébe, mert a bányafát többnyire hosszú bányafa formájában veszik át a bányavállalatok, különösen olyan vállalatoknál, amelynek a bélésfákhoz szükséges széldeszkat is saját fűrésztelepükön állítják elő. Mivel azonban vannak olyan vállalatok is, amelyek már felhasználásra kész, tehát végleges méretű bányafát vesznek, ez esetben pedig az eldarabolás munkája már az erdőgazdaság munkakörébe tartozik, így kétségtelen, hogy bár ritkábban is, de az ilyen adatokat a gyakorlati erdész is tudja használni.

A munkaszerszámok leírása és a vizsgálati eljárás.

Mielőtt a vizsgálati eljárásra és a vizsgálati eredményekre rátérnék, foglalkozni kívánok a kísérlethez felhasznált munkaszerszámokkal. A kézi döntőfűrészek méreteit és fogszerkezetüket illetőleg utalok az 1. sz. táblázatra. A jellegzetes méreteket ezúttal is *dr. Strehlke Ernst Günther* módszere szerint vettem fel. Bővebben kívánok azonban foglalkozni a „Rinco” motorfűrészszel, annál is inkább, mivel ez a döntésre és darabolásra szerkesztett motorfűrész szakközönségünk nagyrésze előtt ismeretlen. A „Rinco” motorfűrész szerkezetének rövid ismertetését *Strehlke*¹⁾ leírása után adom.

¹⁾ *Strehlke*: Übersichten und Abhandlungen. Die Motorsäge „Rinco”. Forstarchiv, 1927. évf. 333. old.

A „Rinco” motorfűrész áll egy kétütemű benzinmotorból és a fűrészberendezésből. A henger kivételével a motor minden része könnyű fémből készült. A motor effektív teljesítménye 5,5 Le. Üzemanyag benzin és olaj keveréke (1 rész olaj és 1 rész benzin). A fűrészberendezés összeköttetése a motorral merev. Az erőátvitel a forgattyúházból egy kovácsoltvas hajtótárcsára közvetített úton történik. A tulajdonképpeni fűrészberendezés áll egy gyengén összehajlóan kiképzett vezetősínből (850 mm hosszú), amelynek két végén vezető kerék van. Ezekkel van a lánctagokból álló fűrész kifeszítve. A lán-

1. táblázat.

Tabelle 1.

Erdeifenyő-bányafa eldarabolásához használt döntőfűrészek jellegzetes méretei.
Die Maße der Holzfällersägen bei Ablängen des Grubenholzes von Kiefern.

Sorszám Laufende Nummer	A fűrész neve és jelzése Die Art und Bezeichnung der Säge	Pengehosszúság Blattlänge	Penge- vastagság Blattdicke		Penge- szélesség Blattbreite		A penge ívmagassága Bogenhöhe	Görbületi sugara az élek Krümmungsradius	Fogcsúcs-távolság Entfernung der Zahn- spitzen	Fogalap Zahnbreite	Fogközalap Zahnraumbreite	Fogmélység Zahnhöhe	Résbőség Schränkweite	Fogalak Zahnform
			foknál bei dem Rücken	foknál bei der Zahnung	a fogantyúnál bei den Enden	a közepén in der Mitte								
			cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1	2 fogantyús döntő- fűrész . . . A	134	0'18	0'16	8'0	14'5	6'5	349	1'65	0'70	0'95	0'80	0'26	Megszakított há- romszögfogazás Unterbrochene Dreieckzahnung
2	„ B	143	0'17	0'16	6'5	14'0	7'5	345	1'70	0'70	1'00	1'00	0'22	
3	„ C	140	0'13	0'13	6'5	13'2	6'7	369	1'70	0'90	0'80	0'80	0'19	
4	„ D	136	0'14	0'14	6'0	12'4	7'1	329	1'60	1'70	1'40	1'20	0'19	M-fogazás M-Zahnung
5	„ DI.)	130	0'15	0'14	6'0	15'0	11'0	198	1'65	1'20	0'45	1'20	0'23	Megszakított há- romszögfogazás Unterbrochene Dreieckzahnung
6	„ DII.	130	0'05	0'10	4'5	15'7	11'2	194	1'50	1'00	0'50	1'25	0'18	
7	„ DIII.	130	0'05	0'14	8'1	13'3	5'2	409	1'65	1'20	0'45	1'20	0'24	

Megjegyzés: D₁^x A fűrész háta öblös és a fűrészpenge perforált. —

Anmerkung: Der Rücken der Säge eingebuchtet und das Sägeblatt perforiert.

vezetése céljából a vezetősín alsó része hornyosan van kiképezve. A gép legnagyobb metszési magassága 700 mm, amely egyúttal a legnagyobb fel-fűrészkelhető átmérőt is jelenti. A tulajdonképpeni fűrészpenge tehát lánctagokból van összetéve, amelyek hüvellyel és csappal vannak összekötve. A láncc felváltva metsző és takarító fűrésztagokból áll, mely utóbbiak egy toldalékkal vannak ellátva és a vezetősín vájatába illeszkednek. A fűrészpenge (fűrészlánc) feszültségét munka közben is lehet szabályozni. A metszőlánc tagok marólag működő háromszögfogazással bírnak. A láncc fűrészpenge vastagsága 5 mm, résbőség 8 mm. A fűrészlánc egy emeltyű segítségével munka közben is kikapcsolható, aminek esetleges balesetknél van

nagy fontossága. Az egész szerkezet tartókengyellel van felszerelve, mely a gép felállítására és kezelésére szolgál. Az egész berendezés súlya 38 kg.

Strehlke a „Rinco” motorfűrészszel két irányban végzett kísérleteket. Elsősorban fekvő törzseken állapította meg a motorfűrész teljesítményét. Ezek a kísérleti eredmények akadály nélküli fűrészelési munkára vonatkoznak. Tömeges adatszerzés céljából a fekvő törzseket 5 cm vastag korongokra fűrészelték fel. Másodszorban egy erdefenyő tarvágásban próbálta ki a gépet, amikor is a döntő és daraboló fűrészelés időszükségletére, illetőleg a motorfűrész percenkénti teljesítményére hozott ki igen értékes adatokat. A kérdéses motorfűrész gyakorlati és elméleti teljesítőképességére *Strehlke* vizsgálatai alapján a későbbiek folyamán, vizsgálati eredményeim tárgyalásánál visszatérek.

Az 1. sz. táblázatban felsorolt kétfogantyús döntőfűrészszel teljesítményének megállapítását kettős munkáscsoporttal hajtottam végre. A végzett munka lényege a következő. A többnyire 4'4 és 6'6 m (ritkábban 6'0 m-es) hosszúságú bányafa a telepre való érkezés sorrendjében rakásokba van összerakva. A beépítésre szánt bányafa hossza 2'2 m, tehát a bányafarönköket ilyen hosszúságú darabokra kell felfűrészelni, illetőleg eldarabolni. Az eldarabolás munkája áll tehát a bányafa előkészítéséből, amely alatt értem a rönköknek a munkahelyre való hozatalát, a fűrészelő ászkokra való megerősítését, a szükséges hosszúság kimérését és az elfűrészelt darabok eltakarítását. A főmunkát pedig a rönkök elfűrészelése alkotja. Mint minden munkafolyamatnál, itt is természetesen idővesztések lépnek fel; ezek közé azonban csak tisztán a pihenésre szánt időt számítottam. El három részletmunka elvégzéséhez szükséges időt stopperórával mértem. Mivel a kísérletek célja a bányafa számbavételi egységének, azaz 1 tm³ felkészítéséhez szükséges munkaidő és egyúttal a fűrészszel szerszámok munkateljesítményének megállapítása volt, természetesen a metszések helyén a bányafatönkök átmérőjét is meg kellett határoznom. Az átmérők bemérése más munkafolyamatok alatt történt azért, hogy a munkásokat munkájukban ne zavarjuk. A „Rinco” motorfűrészszel végzett kísérletek vizsgálati eljárása a célnak megfelelőleg a következő volt. Magának a motorfűrésznek kiszolgálásához feltétlenül két emberre van szükség, még pedig feltétlenül szakmunkásokra, akik a gép kezeléséhez értenek, azonkívül a bányafatönkök előkészítéséhez, beméréséhez és a felfűrészelt darabok eltávolításához is legalább két embert kellett alkalmazni, hogy a fűrészgép munkaképességét kellően ki lehessen használni. Így tehát a kísérlet első felében a motorfűrészszel összesen 4 ember szolgálta ki. Éppen ezeknél a kísérleteknél szerzett tapasztalatoktól vezetve a vizsgálat további részénél már 6 emberrel dolgoztunk, hogy az üres járás idejét kisebbsítsük.

Tisztán a fűrészszel teljesítőképességének megállapításánál lényegtelen kérdés a munkamenet organizációja. Itt teljesen elegendő, ha a fűrészszel

időt és a metszési felületet határozzuk meg. A metszési felületet mindenkor a metszési helyen két egymásra merőlegesen mért átmérőből számítottam ki. A metszési hely kijelölésénél nem voltunk tekintettel arra, hogy az esetleg előforduló göcsöket kikerüljük, hanem ott történt a metszés, ahová a megkívánt hosszúság kiadódott. Ezt a körülményt azért kívánom hangsúlyozni, mert legtöbb ilyen fajta vizsgálatnál a göcsös rész metszési idejét elkülönítik, illetőleg az átlagképzésnél nem veszik figyelembe. Tisztán elméleti szempontból vizsgálva a dolgot helyes is, de ennek az ú. n. akadály nélküli (hemmungslöse Arbeit) munkateljesítménynek nem sok a gyakorlati értéke. Így eredményeim összehasonlításánál ezt a körülményt figyelembe kell venni. Szándékosan tértem el a kialakult eljárástól, mert az a meggyőződésem, hogy csak így kaphatunk gyakorlati értékű eredményeket. Ez a megjegyzésem vonatkozik nemcsak a mótorfűrész teljesítményére, hanem a kézi döntőfűrészekére is.

Eredmények.

Az eredmények tárgyalásánál elsősorban az 1 tm^3 bányafa feldarabolásához szükséges munkaidő kérdésével foglalkozom. A tárgyalás folyamán az eredményeket illetőleg különbséget kell tenni aszerint, hogy a kérdéses kísérleti sorokon belül feldarabolt bányafatönkök mind egyforma hosszúak voltak-e, vagy sem. A kész bányafa hossza 2'2 m. Az 1 tm^3 -t kitevő bányafa fűrészeléséhez más és más idő szükséges aszerint, hogy a felkészítés 4'40, 6'00 vagy 6'60 m-es darabokból történt-e? Ez különben nagyon természetes is, mert pl. a 6 m-es rönkből csak két 2'2 m-es bányafa kerül ki, éppen úgy, mint a 4'4 m-esből; csakhogy amíg a 4'4 m-esnél csak egy metszés, addig a 6 m-es és a 6'6 m-esnél már két metszés végzendő. Ez a körülmény azután érezteti hatását az 1 tm^3 kész bányafa felfűrészelésére szükséges időben is. Éppen ezért az egész munkához szükséges idő azoknál a kísérleti soroknál, amelyeknél különböző hosszúságú darabok kerültek felfűrészelésre, csak másodsorban függ az alkalmazott fűrész teljesítményétől, illetőleg a fűrészelési időből a fűrész teljesítőképességére következtetni nem lehet. Magától értetődik, hogy így külön kell választani az eredményeket. Azoknál a kísérleti soroknál, melyeken belül a feldolgozott bányafarönkök hosszúsága egyforma, közel azonos átmérők mellett és egyenlő teljesítőképességű munkásokkal dolgozva, a tm^3 -re eső időszükséglet is jórészt az alkalmazott fűrész fogszerkezetétől függ, illetőleg attól, hogy a fűrész jól van-e gondozva, kellően élesítve és terpesztve? Kétségtelen, hogy a fűrész jókarbantartása mellett szerepet játszik a penge alakja és mérete is. Nem lehet figyelmen kívül hagyni azt sem, hogy a fűrészek teljesítménye csak akkor domborodik ki az ilyenfajta vizsgálatoknál, ha az egész munkamenet zavartalan lefolyása biztosítva van, azaz a munka végzésénél felesleges

2. táblázat.

Tabelle 2.

Az erdeifenyő-bányafa 1 tm^3 -nek eldarabolásához szükséges munkaidő a különböző fogszerkezetű döntőfűrészek és a „Rinco” motorfűrész munkájával.

Die zum Ablängen benötigte Arbeitszeit v. 1 Fm Grubenholz mit der Arbeit der verschiedenen Handsägen und der „Rinco” Motorsäge.

A kísérlet sor száma Nummer der Versuchsreihe	A kísérlethez használt fűrészek jele Bezeichnung der zu den Versuchen gebrauchten Handsägen	A bányafa hosszúságának megosztása a köb-tartalom szorozékában Die Zerteilung in ch Länge des Grubenholzes im % des Inhaltes			A kész bányafa választék Grubenholz-Sortiment		Az eldarabolásra szükséges Gesamtarbeitszeit zum Ab-längen des Grubenholzes		Az összes munkaidőből esik az Von der Gesamtarbeitszeit entfällt auf				1 tm ³ bányafa eldarabolására eső Auf das Absägen 1 Fm Grubenholzes entfallende Teilarbeitszeit				Megjegyzés Anmerkung
		%			hossza Länge	köb-talom Inhalt	perc/Min.	Az eldarabolásra szükséges Gesamtarbeitszeit zum Ab-längen des Grubenholzes	%	elő-készítés die Vor- bereitung	%	fűrész- szűrtre das Ver- sägen	%	idővesz- teség die Ver- lustzeit	Az összes munkaidőből esik az Von der Gesamtarbeitszeit entfällt auf	Az összes munkaidőből esik az Von der Gesamtarbeitszeit entfällt auf	
		4:40	6:00	6:60													
1	A	100	—	—	22	3:553	50:42	42:4	48:0	9:6	6:80	6:02	1:37	14:19	28:38	D ^x „M” fogazású döntőfűrész régi, D ^{xx} új élesztéssel.	
2	B	100	—	—	—	4:704	74:62	43:6	47:3	9:1	6:92	7:50	1:45	15:87	31:74	D ^x Handsäge mit M-Zahnung; D ^x alter, D ^{xx} neuer Feilung.	
3	C	27	46	27	—	1:405	31:12	56:4	38:0	5:6	12:49	8:42	1:23	22:14	44:28	9a kis. sor. Rinco motorfűrész, 4-es munkácsoporthal.	
4a	D ^x	95	—	5	—	2:448	59:43	34:2	53:6	12:2	9:23	13:01	2:94	24:26	48:52	Versuchsreihe 9a. Gebrauchte Säge: Rinco-Motorsäge, Bedienung durch 4 Arbeiter.	
4b	B	72	—	28	—	2:505	62:28	37:1	40:5	22:4	7:24	8:96	2:69	18:89	37:78	9b kis. sor. Rinco motorfűrész, 6-os munkácsoporthal.	
5a	D ^{xx}	85	—	15	—	3:589	67:80	38:3	47:4	14:3	8:50	8:94	1:63	19:07	38:14	Versuchsreihe 9a. Gebrauchte Säge: Rinco-Motorsäge, Bedienung durch 4 Arbeiter.	
5b	B	63	—	37	—	1:814	34:59	44:6	46:9	8:5	10:17	8:90	1:25	20:32	40:64	Versuchsreihe 9b. Gebrauchte Säge: Rinco-Motorsäge, Bedienung durch 6 Arbeiter.	
6	DL	100	—	—	—	7:914	160:77	50:0	43:8	6:2	8:37	6:98	1:93	17:28	34:56		
7	DII.	100	—	—	—	7:466	129:01	48:4	40:4	11:2	9:41	8:39	3:02	20:82	41:64		
8	DIII.	100	—	—	—	7:129	148:44	45:2	40:3	14:5	4:72	1:81	0:88	7:41	29:64		
9a	R	100	—	—	—	3:233	23:29	63:7	24:5	11:8	2:36	1:81	0:44	4:61	27:66		
9b	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8:74	8:72	2:31	19:77	39:54		

A kézi döntő fűrészek (1—8 kis. sor) állagában
Im Durchschnitt der Handsägen (Versuchsreihe 1—8)

A kézi döntő fűrészek (1–8 kis. sor) átlagában
Im Durchschnitt der Handsägen (Versuchsreihe 1–8)

időveszteségek nem állanak elő. A vizsgálat részletes eredményeit a 2. sz. táblázatban foglaltam össze.

Az eredményeket 2 ember munkájával tömörkőbméterre vonatkoztatva mutatom ki (1—8. tételszám alatt a kézi döntőfűrészek, 9a. és 9b. alatt a „Rinco” motorfűrész munkájára vonatkozó adatok vannak felsorolva). Mivel azonban minden időtanulmányi kísérletnél a munkaidőket tömörkőbméterre és 1 ember munkájára átszámított értékkel szokás megadni, azért a táblázat utolsó rovatában ezeket az összehasonlító eredményeket is közlöm. Kézi döntőfűrész alkalmazása esetén, amikor t. i. a fűrész kiszolgálásához 2 ember szükséges, erre az átszámításra tulajdonképpen nem volna szükség, mert hiszen az adatok úgyis összehasonlíthatók. A jelen esetben azonban a kézfűrész mellett a „Rinco” motorfűrész teljesítménye is vizsgálva lett, már pedig ennek kiszolgálásához 4, illetve 6 embert alkalmaztam, az eredményeket csak úgy tudjuk összehasonlítani, ha az értékeket közös nevezőre hozzuk és legalább is a végösszeget egy ember munkájára számítjuk át.

Az eredmények elbírálásánál a kézi döntőfűrészekkel kapott teljesítményeket elkülöníttem a motorfűrész teljesítményétől. Az 1., 2., 6., 7. és 8. sz. kísérleti sorokban használt „A”, „B”, „DI”, „DII” és „DIII” jelzésű kézi döntőfűrészekkel mind egyforma hosszúságú bányafa-rönköket fűrészeltettem fel. Ezeknél a kísérleti soroknál az 1 tm^3 feldarabolásához szükséges munkaidőt legfőképpen a fűrészek teljesítőképessége befolyásolta. A fűrészelési idő mind az 5 fűrész munkájánál megközelítőleg egyforma, helyesebben: nagyobb eltéréseket nem mutatnak. Szembetűnő az 1. és 7. kis. sorokban használt „A” és „DII” jelű fűrészek aránylagosan szép teljesítménye a többihez képest (6'02, illetve 6'98 perc/ tm^3). Az „A” jelű fűrész a munkások tulajdona, 134 cm hosszú pengével és megszakított háromszögfogazással; görbületi sugara meglehetősen nagy, 349 cm. A másik egy kiváló minőségű német gyártmányú Dominicus-penge, szintén megszakított háromszögfogazással, pengé hossza 130 cm, ellenben a görbületi sugara kicsiny, csak 194 cm. A fogméretekben meglehetősen eltérések vannak: az „A” jelű fűrész inkább alacsony fogazású, míg a Dominicus-penge fogméllyisége jóval nagyobb. Bár a Dominicus-penge anyag tekintetében sokkal jobb minőségű, mint a munkások említett fűrészé, mégis kisebb teljesítményt mutat. Az eltérést azzal lehet magyarázni, hogy a munkásoknak nagyon szokatlan volt a kis görbületi sugarú, tehát erősen hasas fűrész.

A 2. kis. sorban használt „B” j. fűrész (megszakított háromszögfogazással) fűrészelési ideje 1 tm^3 erdeifenyő-bányafa eldarabolásánál 7'5 perc, szembeállítva a 4b. és 5b. kis. sorok (a használt fűrész mind a három kísérleti sornál ugyanaz) 10'08, ill. 8'94 perces fűrészelési idejével, láthatjuk, hogy milyen nagy befolyása van annak, ha az egyik kis. sorban csupa 4'4-es (2. kis. s.), a másik kettőben (4b., 5b.) pedig 28, ill. 37%-ban (tömörtarta-

lomhoz viszonyított százalék) 6'6 m-es bányafa-rönköket is fűrészeltünk. Leggyengébb fűrészelési időt mutat a 4. kis. sorban használt „D^x” jelű „M” fogazású fűrész, 13'01 perc/tm³. A gyenge teljesítmény nem a fogszerkezet következménye, hanem abból adódik, hogy a fűrész régen volt élesítve és terpesztve. Ezt a körülményt bizonyítja az 5a. kis. s. fűrészelési ideje, 8'96 perc/tm³, mely ugyanazon fűrész munkájára, de új élesítésre és terpesztésre vonatkozik. Arra a kérdésre, hogy a fűrész mérete, alakja és fogszerkezete mennyiben befolyásolja az illető fűrész teljesítményét, a vizsgálat második részében kapunk felvilágosítást.

A fűrészelési idők összehasonlítása csak megerősíti azt az általánosan elterjedt felfogást, hogy a jó teljesítmény elérésének feltétele nem annyira a kiváló minőségű és persze egyúttal drágább szerszám, mint inkább az, hogy a fűrész mindenkor jókarban legyen tartva, jól legyen élesítve és egyenletesen, kellő mértékben terpesztve. A legjobb anyagból készült fűrészpenge is rossz szerszám, ha az el van hanyagolva.

Bányafánál a kézi döntőfűrészekkel végzett fűrészelési kísérletek vég-eredményében megállapíthatjuk, hogy az átlagos fűrészelési idő a bányafa tm³-re vonatkoztatva 8'72 perc és az összes munkaidő, beleértve az előkészítés munkáját és az idővesztéseket, 19'77 perc/tm³. Ez az érték kettős munkáscsoport munkájára vonatkozik; egy ember munkájára átszámítva 39'54 perc/tm³.

A „Rinco” motorfűrészsel végzett fűrészelések eredményeit csak úgy tudjuk összehasonlítani, helyesebben a gazdaságosságot megítélni a kézi döntőfűrész munkájával szemben, ha a kísérleti adatokat közös nevezőre hozzuk, azaz figyelembe kell venni, hogy az illető gép vagy kéziszerszám teljesítményét hány ember közreműködése hozta létre, elhagyva a szerszámok törlesztését, fenntartását és üzemanyagait. Éppen azért, hogy az összehasonlítást megtehessek, a kézfűrészek átlagos eredményeit mind a részletmunkákat illetőleg, mind pedig végösszegben 2-vel, a „Rinco” motorfűrészénél pedig 4, illetőleg 6-al meg kell szorozni. Ilyen elgondolás alapján állítottam össze a következő oldalon látható összehasonlító táblázatot.

Ez az összehasonlító táblázat világosan mutatja, hogy a „Rinco” motorfűrész jó szolgálatot tesz száraz erdeifenyő-bányafa feldarabolásánál. A „Rinco” motorfűrészsel való eldarabolás munkaidejét vonatkoztatva a kézi döntőfűrészek idősükségletéhez, azt látjuk, hogy 4 kiszolgáló munkással dolgozva 25%-os, 6-os munkáscsoporttal pedig 30%-os munkamegtakarítást érünk el az összmunkaidőben. Az erdeifenyő-bányafa 1 tm³-re vonatkozó fűrészelési eredményeket nem áll módomban irodalmi adatokkal összehasonlítani, illetőleg ellenőrizni, mivel a kézfűrészekkel, mind a motorfűrészekkel végzett kísérletek csak az 1 m² metszési felületre vonatkoztatott idősükségletről adnak felvilágosítást. Így összehasonlítást csak a

továbbiak folyamán tesztek, amikor kizárólag csak a fűrészelési teljesítménnyel foglalkozom.

Valamely fűrésznek, legyen az akár emberi, akár gépi erővel működő, a tiszta fűrészelési teljesítményét háromféleképpen szokás kifejezni: 1. a megadott átmérők felfűrészeléséhez szükséges idővel, 2. az 1 m² vagy cm² felületegységre eső fűrészelési idővel, 3. az egy perc alatt felfűrészelt felület nagyságával. A teljesítmény akármelyik módjának is a megállapítása legyen a cél, a kísérlet végrehajtásánál mérni kell a gömbölyű fa átmérőjét (a fűrészelés helyén) és a fűrészeléshez szükséges időt. A fűrész-

Bányafarönkök feldarabolásánál 1 tm³ bányafára eső munkaidő 1 ember munkájára átszámítva.

Die zur Ablängung entfallende Arbeitszeit 1 Fm Grubenholzes, berechnet auf eine Arbeitskraft.

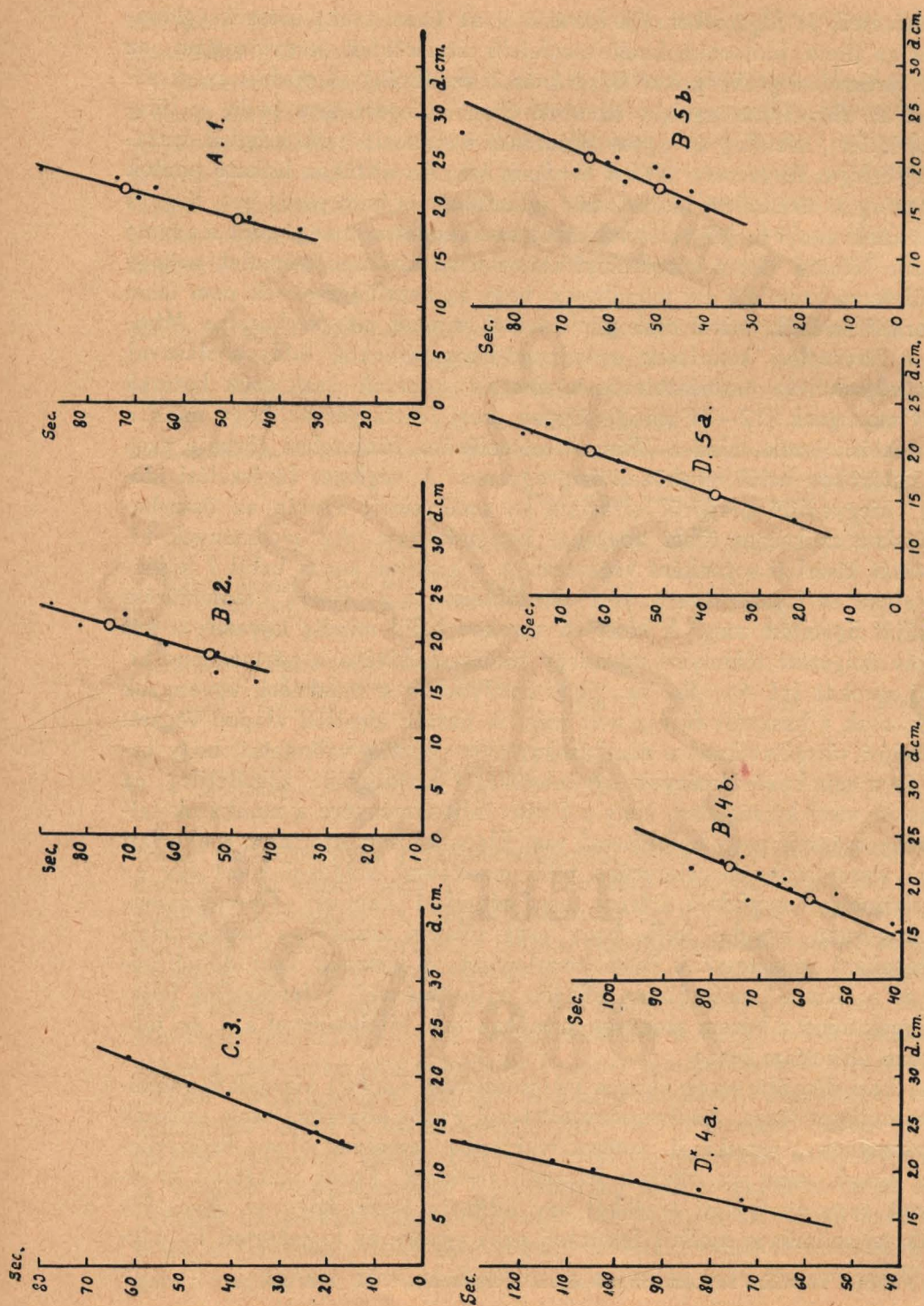
	Előkészítés Vorbereitung	Fűrészelés Schneiden	Idővesztés Verlustzeit	Összes munkaidő Gesamtarbeitszeit	
	perc — Min.			perc Min.	tm ³ Fm.
Kézifűrészeknél (2-ös munkáscsoport) — Bei den Handsägen (Bedienung 2 Arbeiter)	17'48	17'44	4'62	39'54	
„Rinco” motorfűrész (4 ember munká- jával) — „Rinco”-Motorsäge (Bedie- nung 4 Arbeiter)	18'88	7'24	3'52	29'64	
„Rinco” motorfűrész (6-os munkáscsoporttal) — „Rinco”-Motorsäge (Bedienung 6 Arbeiter)	14'16	10'86	2'64	27'66	

szelési teljesítmények összehasonlításánál bizonyos esetekben azt is tekintetbe kell venni, hogy az illető szerszám kiszolgálásához hány ember munkája szükséges. A döntőfűrészeknél és a „Rinco” motorfűrészénél, melyekkel a kísérlet történt, a munka végrehajtásához 2 ember szükséges. Ellenben van olyan motorfűrész, pl. a Sektor, amelynek kiszolgálására már 3 ember kell, kettő kezeli a keretes láncfűrész és 1 a motort. Ha ilyen fűrészgép munkáját akarjuk összehasonlítani a kézfűrész munkájával, akkor a fűrészelési időt mindenütt 1 ember munkájára kell átszámítani. A „Rinco” teljesítményét azonban a kézfűrészekével, közvetlenül minden átszámítás nélkül is összehasonlíthatjuk. A fűrészelési időket az előbb tárgyalt gyakorlati vizsgálat keretén belül stopperórával állapítottam meg. A vizsgálat végrehajtásánál természetesen arra törekedtem, hogy a vizsgálandó fűrészekkel minél több metszést végeztessenek, mivel csak akkor lehet az eredményekből megnyugtató következtetéseket levonni, ha elegendő megfigyelés áll rendelkezésre. A munkába vett döntőfűrész (alak-

juk, méreteik és fogszerkezetük leírását l. az 1. sz. tábl.) idősükségeitől és az illető időtartamoknak megfelelő átmérőkből megrajzoltam az egyes fűrészelési grafikonokat (lásd 1. és 2. sz. ábrák). A görbék szerkesztésénél az abszcisszatengelyre az átmérőket, az ordinátára pedig a fűrészelési időket, illetőleg az egyes átmérőkre vonatkozó (sok adatból kiszámított) *átlagos fűrészelési időket* hordtam fel. Az ábrákon látható pontok tehát átlagos fűrészelési időtartamot jelentenek és nem pedig azt, hogy a görbét csak annyi megfigyelés adatából szerkesztettem meg, mint amennyi a rajzon látható. Ezt a körülményt aláhúzottan kívánom kiemelni, nehogy a felületesen szemlélő azt mondhassa, hogy az összefüggéseknek nem lehet gyakorlati értékük, mivel csak pár adatból vannak megszerkesztve. Mint-hogy a fűrészelési kísérletek erdeifenyő-bányafatönkök feldarabolásával lettek végrehajtva, természetesen a vizsgált átmérők csak szűk határok között mozognak (12—24 cm-ig). Éppen ezért lehetséges az, hogy mind a kézi döntőfűrészek, mind a „Rinco” motorfűrész fűrészelési görbéje ezen szűk határokon belül megközelítőleg egyenes. A végleges fűrészelési időket a kiegyenlítő görbéről olvastam le, amelyekből azután az összehasonlításhoz szükséges többi adatokat kiszámítottam. Az eredmények kimutatását kísérleti soronként végeztem. A 9 kísérleti soron belül 7 különböző alakú és fogszerkezetű kézi döntőfűrész és a „Rinco” motorfűrész munkáját figyeltem meg. A kísérleti sorokon belül mindig ugyanaz a két munkás dolgozott többnyire ugyanegy fűrészszel, kivéve a párhuzamos kísérleti sorokat (pl. 4a., 4b., 5a., 5b.), amelyekben a munkások ugyanazok voltak, csak a használt fűrész volt más. A tisztán elméleti alapon végzett fűrészelési vizsgálatoknál a munkásokat nem szokták váltogatni, hogy ezáltal is a munkakörülmények egyöntetűségét biztosítsák. Elméletileg ez helyes is, mert kétségtelen, hogy a fűrész teljesítményére a munkások teljesítőképessége is nagy befolyással van. Elgondolásom szerint a gyakorlati irányú vizsgálatoknál, célszerűbb több munkással dolgozni, mert így az életnek jobban megfelelő átlagos eredményeket kapunk. Természetesen arra szigorúan ügyelni kell, hogy csak többévi munkában begyakorlott munkásokkal végeztessünk ilyen kísérleteket. A használt kézi döntőfűrész és a „Rinco” motorfűrész átlagos teljesítményét, a fűrészelési teljesítmények mind a három szokásos formában való kifejezésével a 3. sz. táblázatban állítottam össze.

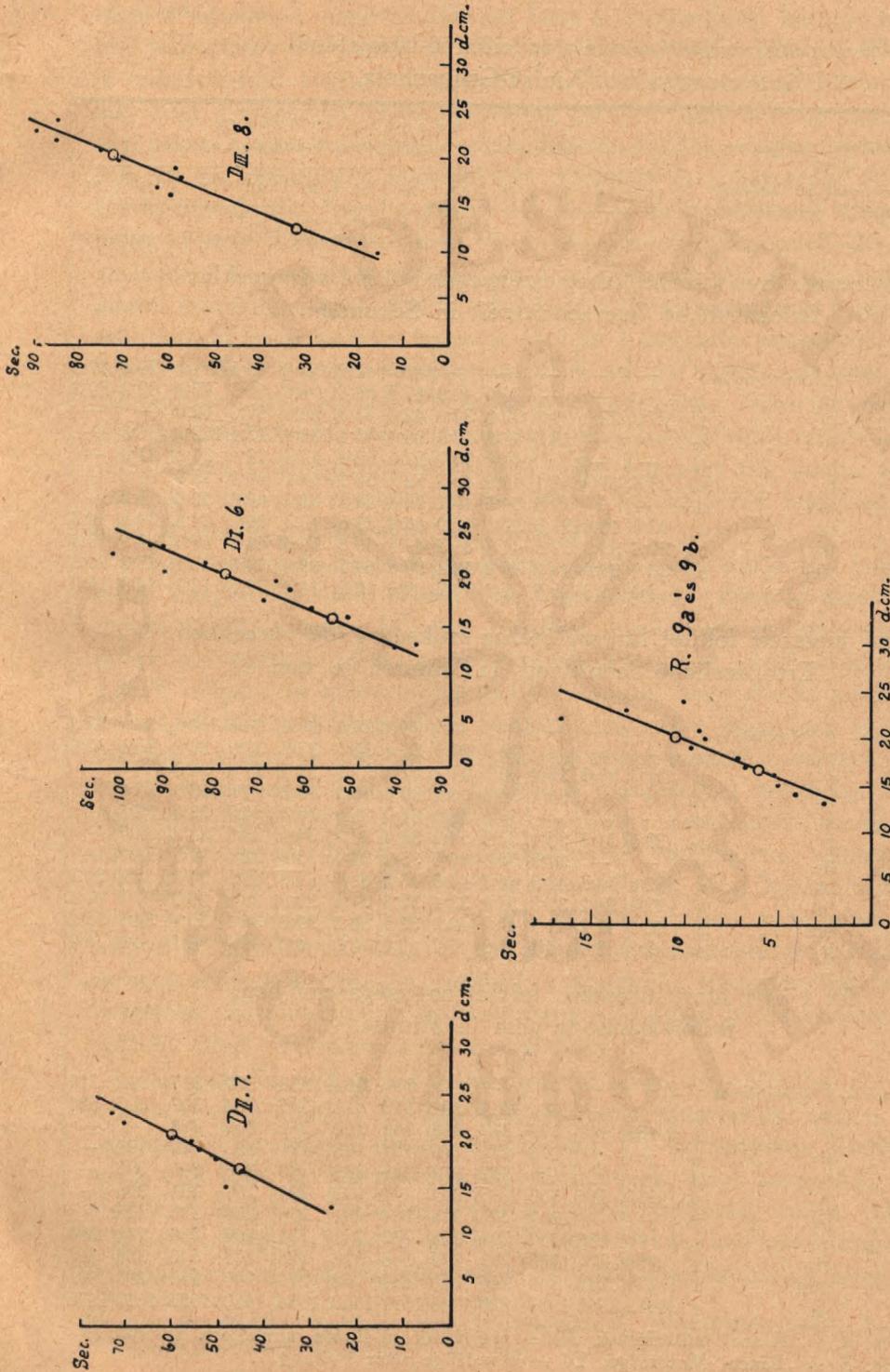
A kézi döntőfűrészek átlagos teljesítményét *Fuchs*¹⁾ vizsgálati adataival hasonlítom össze. Az összehasonlításnál *Fuchs* adataiból csak azoknak a fűrészeknek a munkáját vettem tekintetbe, amelyek olyan fogszerkezettel bírnak, mint az általam használt fűrészek. *Fuchs* vizsgálati eredményeit nagy gyakorlati érzékkel úgy állította össze, hogy az egyes fűrészek teljesítménye mellett feltünteti azok penge- és fogméreteit is, úgy-

¹⁾ *Fuchs*: Versuche mit Amerikanersägen. Forstarchiv, 1927. 198. old.



1. ábra. — Figur 1.

A különböző fogszerkezetű döntőfűrészek keresztirányú fűrészelésének időszükséglete az átmérők szerint. A grafikon mellé írt nagybetűk az illető fűrész jelét, az arab számok, pedig a kísérleti sor számát jelentik, amelyben a kérdéses fűrész használva volt. (C, B, A, D^x, D. — kézfűrészek.) Die großen Buchstaben neben den Kurven bezeichnen die Bezeichnung der Säge, die arabischen Zahlen die Versuchszahlen in welcher die Säge gebraucht wurde. (C, B, A, D^x, D. — Handsägen.)



2. ábra. — Figur 2.

A különböző fogszerkezetű döntőfűrészek keresztirányú fűrészelésének időszükséglete az átmérők szerint. A grafikon mellé írt nagybetűk az illető fűrész jelét, az arab számok pedig a kísérleti sor számát jelentik, amelyben a kérdéses fűrész használva volt. (D_{II}, D_I, D_{III} = kézfűrészek, R = „Rinco” motorfűrész.)

Schnittzeit in Sekunden der verschiedenen Handsägen nach den Durchmessern. Die großen Buchstaben neben den Kurven bedeuten die Bezeichnung der Säge, die arabischen Zahlen die Versuchsreihe, in welcher die Säge gebraucht wurde. D_{II}, D_I, D_{III} = Handsägen, R = „Rinco“-Motorsäge.)

3. táblázat.

Tabelle 3.

Fűrészelési teljesítmények erdeifenyő-bányafánál.
Sägeleistungen bei Kiefer-Grubenholz.

Folyó szám Lautende Nr.	A fűrész jelzése és a kis. sor száma Die Bezeichnung der Säge und die Nummer der Versuchsreihe		Ha a bányafa erőssége wenn die Stärke des Grubenholzes											
			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
			cm, akkor — dann											
A keresztirányú fűrészeléshez szükséges idő másodpercekben. Erforderliche Querschnittzeit in Sekunden.														
1.	A, 1 kis. sor. — A, Versuchsreihe 1	—	—	—	—	—	40'0	47'9	55'8	63'8	71'7	79'6	87'5	
2.	B, 2 " " B " "	2	—	—	34'0	40'9	47'8	54'7	61'6	68'5	75'4	82'3	89'2	
3.	C, 3 " " C " "	3	17'0	22'0	27'0	32'0	37'0	42'0	47'0	52'0	57'0	62'0	—	—
4.	D ^x , 4a " " D ^x " "	4a	—	—	59'5	68'5	77'5	86'4	95'4	104'4	113'4	122'3	131'3	—
5.	B, 4b " " B " "	4b	—	—	—	47'9	52'7	57'6	62'4	67'3	72'1	77'0	81'8	—
6.	D, 5a " " D " "	5a	23'5	29'3	35'1	40'9	46'7	52'5	58'3	64'1	69'9	75'7	81'5	—
7.	B ^x , 5b " " B ^x " "	5b	—	—	39'8	44'5	49'1	53'8	58'5	63'2	67'8	72'5	77'2	—
8.	DI., 6 " " DI " "	6	42'0	46'8	51'5	56'3	61'0	65'8	70'5	75'3	80'0	84'8	89'5	94'3
9.	DII., 7 " " DII " "	7	29'5	33'5	37'5	41'5	45'5	49'5	53'5	57'5	61'5	65'5	69'5	73'5
10.	DIII., 8 " " DIII " "	8	33'9	39'0	44'2	49'3	54'4	59'5	64'7	69'8	74'9	80'1	85'2	90'3
11.	R, 9 " " R " "	9	2'0	3'2	5'5	6'7	7'9	9'0	10'2	11'4	12'5	13'7	14'9	16'0
1 m ² metszési felület fűrészeléséhez szükséges idő percekben. Erforderliche Schnittzeit in Minuten je qm.														
12.	A, 1 kis. sor. — A Versuchsreihe 1	—	—	—	—	—	26'3	28'2	29'6	30'6	31'5	32'1	32'3	
13.	B, 2 " " B " "	2	—	—	—	28'3	29'9	31'4	32'1	32'8	32'9	33'1	33'0	32'9
14.	C, 3 " " C " "	3	21'3	23'9	25'4	26'5	27'2	27'5	27'6	27'6	27'4	27'2	—	—
15.	D ^x , 4a " " D ^x " "	4a	—	—	56'1	56'8	56'8	56'5	56'2	55'2	54'6	53'5	52'6	—
16.	B, 4b " " B " "	4b	—	—	—	39'6	38'6	37'7	36'6	35'7	34'7	33'8	32'8	—
17.	D, 5a " " D " "	5a	29'6	31'7	33'1	33'9	34'2	34'4	34'2	34'0	33'7	33'2	32'7	—
18.	B ^x , 5b " " B ^x " "	5b	—	—	37'5	36'9	36'0	35'2	34'4	33'6	32'6	31'7	31'0	—
19.	DI., 6 " " DI " "	6	52'6	50'5	48'3	46'7	44'8	43'1	41'5	39'8	38'5	37'2	36'0	34'7
20.	DII., 7 " " DII " "	7	37'0	36'2	35'3	34'4	33'4	32'5	31'4	30'5	29'6	28'7	27'9	27'1
21.	DIII., 8 " " DIII " "	8	42'5	42'2	41'7	40'8	40'0	38'9	38'2	37'0	36'1	35'1	34'1	33'2
22.	R, 9 " " R " "	9	2'3	3'9	5'1	5'5	5'7	5'9	6'0	6'0	6'1	6'1	6'0	6'0
Az 1 perc alatt fűrészelt felület nagysága cm ² -ben. Schnittfläche in qcm je Minute.														
23.	A, 1 kis. sor. — A Versuchsreihe 1	—	—	—	—	—	380	354	338	327	317	312	310	
24.	B, 2 " " B " "	2	—	—	—	353	334	318	311	305	304	302	303	304
25.	C, 3 " " C " "	3	469	419	393	377	368	364	362	362	365	368	—	—
26.	D ^x , 4a " " D ^x " "	4a	—	—	178	176	176	177	178	181	183	187	190	—
27.	B, 4b " " B " "	4b	—	—	—	252	259	265	273	280	288	296	305	—
28.	D, 5a " " D " "	5a	338	315	302	295	292	291	292	294	297	301	306	—
29.	B ^x , 5b " " B ^x " "	5b	—	—	267	271	278	284	291	298	307	315	323	—
30.	DI., 6 " " DI " "	6	190	198	207	214	223	232	241	251	260	269	278	288
31.	DII., 7 " " DII " "	7	270	276	283	291	299	308	318	328	338	348	359	369
32.	DIII., 8 " " DIII " "	8	235	237	240	245	250	257	262	270	277	285	293	301
33.	R, 9 " " R " "	9	4423	2565	1963	1828	1746	1697	1668	1654	1650	1653	1662	1676

Megjegyzés: R = „Rinco” motorfűrész, D^x = régi élesítésű fűrész munkájára vonatkozik.
Anmerkung: R = „Rinco”-Motorsäge. D^x = Handsäge alter Feilung.

hogy a figyelmes szemlélő azonnal látja a fogszerkezet hatását a fűrészelési teljesítményre. Annál is könnyebb az összehasonlításom, mert *Fuchs* is erdeifenyővel végezte megfigyeléseit. Nehézség csak annyiban mutatkozik, hogy a megadott teljesítőképesség ($\text{m}^2/100 \text{ Sec.}$) nem az egyes vastagsági fokra, hanem vastagsági osztályokra vonatkozik, mégpedig az első osztály 20 cm átmérőig, a második 20—30 cm-ig és a harmadik 30-on felül. Ebből következik, hogy a közölt fűrészelési teljesítmények maguk is átlagos adatok. Tekintettel arra, hogy a saját vizsgálatomnál 20 cm az a vastagsági fok, amelyre sikerült minden fűrésznél sok és így megnyugtató adatot szerezni, ezért *Fuchs* adatait is a 20-as vastagsági osztályra számítottam át olyanformán, hogy az első és a második vastagsági osztályra kapott értékek átlagát számítottam ki és az így kapott adatokat 1 percre számítottam át. Teljesen *Fuchs* nyomán állítottam össze az összehasonlító táblázatomat (4. tábl.). A méretek és a fogszerkezet befolyását a teljesítményre szükségtelennek tartom külön boncolás alá venni, erre vonatkozólag a táblázat részletes felvilágosítást ad, ha külön foglalkoznék vele, csak felesleges ismétlésekbe bocsátkoznék.

Az összehasonlítás végeredményeként megállapítható, hogy *Fuchs* által vizsgált hasonló méretű és fogszerkezetű döntőfűrészek teljesítménye $0'0352 \text{ m}^2/\text{perc}$ és ezzel szemben brennbergi vizsgálataim $0'0305 \text{ m}^2$ -es percenkénti teljesítményt eredményeztek. A különbség elenyésző $0'0047 \text{ m}^2/\text{perc}$ és valószínűleg azáltal adódik, hogy *Fuchs* adatai kimonddtan akadály nélküli munkára vonatkoznak, sőt a munkások is pihent állapotban dolgoztak, nehogy a fáradtság számbavehető befolyást gyakoroljon a teljesítményre és hogy ezáltal a fogszerkezet befolyása is jobban domborodjék ki. A 4. táblázatban megadott értékeknél *Fuchs* későbbi vizsgálatai során (háromféle döntőfűrészsel végrehajtva: német-amerikai fűrész, eredeti amerikai fűrész és a munkások által használt ismeretlen eredetű fűrész) jobb eredményt ért el, amennyiben erdeifenyő keresztirányú fűrészelésénél átlag 20 cm átmérőre vonatkoztatva $0'0432 \text{ m}^2/\text{perc}$ átlagos értéket kapott. Az említett 3 döntőrész részletes leírását már a megelőző „Erdőhasználati időtanulmányok,¹⁾ Bükk-tűzifatermelés hagyásfákból” című tanulmányomban ismerttettem.

Strehlke és *Gläser* a Forstarchiv 1927. évf. 247. oldalán (2. táblázat) hivatkozva *Gerlinghoff* 1924/25-ös kísérleteire, kimutatják, hogy a 20 cm-es erdeifenyő fűrészelési ideje kézfűrészsel 579 másodperc, illetőleg 9'65 perc, ami $1307 \text{ cm}^2/\text{percenkénti}$ teljesítménynek felel meg. Ez az érték *Fuchs* vizsgálatait tekintve, teljesen valószínűtlennek tűnik fel, hiszen *Fuchs* által igazán kiváló minőségű fűrészekkel, kedvező üzemi munkakörülmények mellett végrehajtott vizsgálatok eredményének átlaga is csak

¹⁾ Dr. Pally: Erdőhasználati időtanulmányok. Bükk-tűzifatermelés hagyásfákból. Erdészeti Kísérletek, XXXVIII. k. 250. old.

4. táblázat.

Tabelle 4.

A kézi döntőfűrészek teljesítményének összehasonlító táblázata erdeifenyő keresztirányú fűrészelésénél.
Vergleichstabelle der Handsägen beim Querschneiden von Kiefern.

A fűrészek származása Herkunft der Sägen		A fűrészek leírása — Beschreibung der Sägen										Fűrészelési teljesítmény erdeifenyő kereszt- irányú fűrészelésénél, átlagos átmérő 20 cm		
Folyó szám Laufende Nummer	hosszság cm	szélesség Breite		körbületi sugár Krummungsradius	fogmélység Zahnhöhe	fogalap Zahnbreite	fogcsúcs-távolság — Ent- fernung der Zahnspitzen	pengé vastagsága élnél Blattstärke a. d. Schnitts.	a foknál vékonyabb-e? im Rücken dünner?	a fűrész háta egyenes Rücken gerade oder ívelt?	Fogalak Zahnform	perc/m ² Min./qm	m ² /perc qm/Min.	
		a fogantyalnál bei den Enden	középen in der Mitte											
1.	125	—	15	220	11	7	14	0.9	igen ja	egyenes gerade	Megszakított háromszög- fogazás Unterbrochene Dreieck- zahnung	20.3	0.0493	
2.	125	—	6	—	8	7	13	0.6	nem nein	"	"	24.9	0.0402	
3.	155	—	13	830	14	9	16	1.1	nem nein	"	"	25.6	0.0391	
4.	150	—	15	165	16	11	26	1.0	igen ja	ívelt eingeb.	"	29.2	0.0342	
5.	125	—	16	195	12	9	15	0.9	nem nein	egyenes gerade	"	29.6	0.0338	
6.	135	—	12	450	11	9	20	1.1	igen ja	"	"	29.6	0.0338	
7.	140	—	16	195	12	10	17	1.0	igen ja	"	"	30.0	0.0333	
8.	145	—	14	580	11	9	18	1.2	nem nein	"	"	32.6	0.0307	
9.	117	—	5	—	7	6	10	0.5	igen ja	"	"	32.3	0.0310	
10.	125	—	15	265	12	8	8	0.9	igen ja	"	M-fogazás — M-Zahnung	38.3	0.0261	
Átlagban — Im Durchschnitt													29.2	0.0352

Fuchsnak Karlsruheban végzett vizsg. eredményei.
Versuchsergebnisse von Fuchs*) in Karlsruhe.

A szerzőnek Brennbergben végzett vizsg. eredményei.
Versuchsergebnisse vom Verfasser in Brennberg.

11.	134	8	14.5	349	8.0	7	16.5	1.6	igen ja	egyes gerade	Megszakított háromszög- fogazás	29.6	0.0338
12.	143	6.5	14.0	348	10.0	7	17.0	1.6	"	"	Unterbrochene Dreieck- zahnung	34.0	0.0294
13.	140	6.5	13.2	369	8.0	9	17.0	1.3	nem nein	"	"	27.6	0.0362
14.	136	6.0	12.4	329	12.0	17	16.0	1.4	nem nein	egyes gerade	M-fogazás — M-Zahnung	34.0	0.0294
15.	130	6.0	15.0	198	12.0	12	16.5	1.5	igen ja	ivelt eingeb.	Megszakított háromszög- fogazás	39.8	0.0251
16.	130	4.5	15.7	194	12.5	10	15.0	0.5	"	egyes gerade	Unterbrochene Dreieck- zahnung	30.5	0.0328
17.	130	8.1	13.3	409	12.0	10	16.5	0.5	"	"	"	37.0	0.0270
										Átlagban — Im Durchschnitt		33.2	0.0305

*) Fuchs: Versuche mit Amerikanersägen. Forstarchiv, 1927. 198. old.

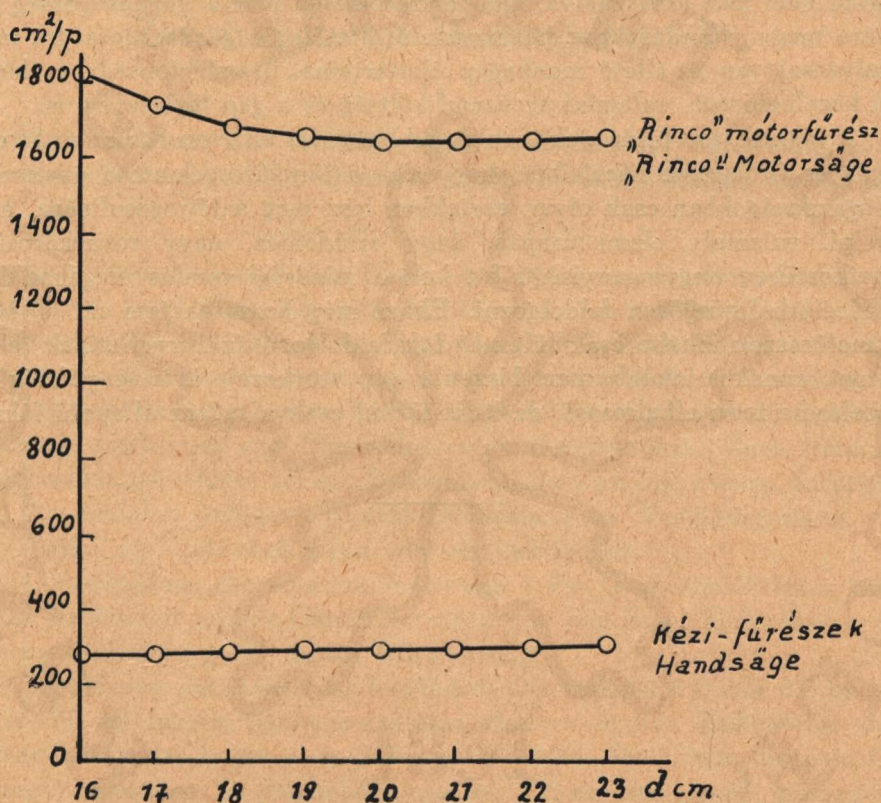
432 cm²/perc. *Strehlke* a „Rinco” motorfűrész teljesítményének leírásánál ismételten hivatkozik *Gerlinghoff* adataira (Forstarchiv 1927. évf., 335. old., 1. tábl.), de itt ugyanakkora átmérő fűrészelésénél még az előbbinél is nagyobb teljesítményről számol be (1220 cm²/perc, ill. 8'2 perc/m²). *Strehlkenek* a „Rinco” motorfűrész teljesítményének megállapítására irányuló vizsgálatával párhuzamosan *Jänisch* a kézfűrészekkel végzett kísérletet, de csak a döntővágásnál elérhető teljesítményre ad felvilágosítást. Szerinte 20 cm-es átmérők fűrészelésénél a használt kézi döntőfűrészekkel 590 cm²/percenkénti eredményt sikerült elérni. Ez az érték már jóval kisebb, mint *Gerlinghoff* adatai, pedig a fűrészelési idő a döntővágásnál jóval nagyobb kell hogy legyen, mint a daraboló fűrészelésnél. Arra vonatkozólag, hogy a daraboló és a döntővágás fűrészelési ideje között mekkora különbség van, *Strehlke* vizsgálataiból¹⁾ csak a „Rinco” motorfűrészre kaphatunk felvilágosítást. A vizsgálat szerint a „Rinco” motorfűrész teljesítménye a döntésnél, szintén 20 cm-es átmérőre vonatkozólag 962 cm²/perc és a daraboló fűrészelésénél pedig 2525 cm²/perc. A különbség tehát a daraboló fűrészelés javára kikerekítve 2'5-szeres. Nagyon valószínű azonban, hogy a kézi döntőfűrészeknél a kétféle metszés között nem lesz ekkora különbség, véleményem szerint nagy hozzávetéssel a daraboló fűrészelés időszükséglete a döntővágás 2/3-ával vehető egyenlőnek. A viszonyt különben nagyon nehéz megállapítani, mivel a döntéshez szükséges hajk az időszükséglet pontos kivizsgálását nagyon megnehezíti.

Tanszékünk tulajdonában lévő „Rinco” motorfűrész teljesítménye erdeifenyő-bányafa daraboló fűrészelésénél 20 cm-es átmérőre vonatkoztatva 1654 cm²/perc (6 perc/m²). Összehasonlítva *Strehlke* üzemi adatával (2525 cm²/perc), az eltérés meglehetősen nagy, több mint 1'5-szeres. Az okot keresve, nem tudok rá elfogadható magyarázatot adni, de lehetséges, hogy a használt „Rinco” motorfűrészünk — amely már egyszer henger- és dugattyútörés következtében javítva lett — ma már nem szolgáltatja azt a teljesítményt, mint egy egészen új gép. De még sokkal nagyobb lesz a különbség, ha *Strehlke* elméleti vizsgálatának eredményével hasonlítjuk össze. Fekvő törzsön akadály nélküli munkával és pihent munkásokkal 20 cm-es erdeifenyő keresztirányú fűrészelésénél 4098 cm²/perces teljesítményt értek el (2'44 perc/m²). E vizsgálattal kapcsolatban megemlítem, hogy a kérdéses motorfűrész 1932-ben bükkvágásban, frissen döntött bükktrónkók eldarabolásához kipróbáltuk, sajnos azonban a kísérlettel kudarcot vallottunk, mivel nedves bükkfa fűrészelésére teljesen alkalmatlannak bizonyult, alighanem a kicsiny lóerőteljesítménye miatt.

A mostani vizsgálat adataiból a „Rinco” motorfűrész és a vele egyidejűleg vizsgált kézi döntőfűrész teljesítményének összehasonlítására

¹⁾ *Strehlke*: Übersichten und Abhandlungen. Die Motorsäge „Rinco”. Forstarchiv, 1927. Seite 335—36.

egy grafikont készítettem, amelyben az 1 perc alatt felfűrészelt felület nagyságát hasonlítottam össze. Az összehasonlítást 16—23 cm-es átmérőkre kapott eredményekkel végeztem olyanformán, hogy a kézfűrészek vastagsági fokoként való teljesítményének átlagát képeztem és ezt állítottam szembe a motorfűrész teljesítményével. Ez az összehasonlítás azt eredményezte, hogy a kérdéses láncfűrész percenkénti teljesítménye cm^2 -ben 5—6-szor akkora, mint a kézfűrészeké. (3. ábra.)



3. ábra. — Figur 3.

A kézfűrészek és a „Rinco” motorfűrész teljesítményének összehasonlítása. Abszcisszategely = átmérő, ordináta = fűrészelési teljesítmény cm^2/perc . Fafaj: erdeifenyő.

Vergleichung der Querschnittleistungen der Handsägen und „Rinco“-Motorsäge.

Durchmesser = Abszisse, Schnittleistung qcm/Min = Ordinate. Holzart: Kiefer.

Amint már tanulmányom első részében is rámutattam, tisztán a fűrészelési teljesítmény alapján nem lehet bírálatot mondani a láncfűrész gazdaságosságát illetően. A gazdaságosságról akkor győződhetünk meg, ha az illető gép munkáját valamely választék termelésével kapcsolatban egy egész munkafolyamatra megfigyeljük és a megfigyelésből kiszámított összehasonlító adatokat átszámítjuk egy ember munkájára és ezt az idő-

szükségletet hasonlítjuk össze a kézi döntőfűrészek idősükségletével az illető választék számbavételi egységére vonatkoztatva. Az az egyszer bizonyos, hogy ha az általam megállapított 5—6-szoros munkaképességet a gyakorlati életben értékesíteni akarjuk, akkor a munkafolyamatot olyan tökéletesen kell megszervezni, hogy a fűrészelés munkája minden idővesztés nélkül, gyors egymásutánban történhessen, mert különben a gép kezelésére beállított két szakmunkás munkaideje és munkaképessége egyáltalán nem lesz kihasználva, ami természetesen már a gazdaságosság rovására megy. Mindezekhez hozzáveendő, illetőleg a gazdaságosságra nagy befolyással van az illető munkagép élettartama, üzembiztonsága és könnyű kezelhetősége, valamint az üzemi költség és a gép törlesztése is.

A végrehajtott kísérletek tanulságait leszűrve, teljesen osztozom *Strehl-kének* és *Gläsernek* nézeteiben, hogy t. i. a láncfűrészeknek a gyakorlati erdőgazdaságokban csak olyan esetekben lesz meg a létjogosultsága, amikor pl. valamely elemi csapás, nagy széldöntés, nagy rovarkárosítás következtében nagymennyiségű fát kell a minőségi romlás megakadályozása céljából sürgősen feldolgozni. Ehhez még hozzátehetem azt is, hogy a láncfűrészek inkább csak tűlevelű fák feldolgozásánál nyerhetnek jelentőséget, annál is inkább, mert hiszen a gép szerkezete is a fenyőfélék fűrészelésére teszi alkalmassá, de itt is főként csak a száraz állapotú fáknál.

Zeitstudien im Hauungsbetriebe.

IV.

Die Arbeitsleistung der Holzfällersägen verschiedener Bezeichnung, sowie der Rinco-Motorsäge beim Querschneiden des Grubenholzes aus Kiefern.

Von: *Dr.-Ing. Nándor Pallay.*

Im Rahmen meiner Arbeit über „Gewinnung von Buchenbrennholz aus Überhältern beschäftigte ich mich bereits mit der Arbeitsleistung der Holzfällersägen und hielt ich es zur Ergänzung jener Beobachtungen für notwendig, die Untersuchungen auch auf eine Nadelholzart zu erstrecken.

Ich habe die Forschungsarbeiten mit Holzfällersägen verschiedener Bezeichnung, sowie mit der Rinco-Motorsäge durchgeführt. Zum Orte der Untersuchungen wählte ich ein Grubenholzlager, wo mir zwecks Erlangung der Massendaten genügend Kiefern-Grubenholz zur Verfügung stand.

Zweck der Untersuchungen war ein zweifacher:

1. Feststellung der zum Ablängen von 1 Fm Grubenholzklötzen benötigten Arbeitszeit mittels Handfällersägen und der Rinco-Motorsäge.
2. Bestimmung der reinen Sägeleistung.

Das Wesen der Arbeit ist folgendes: Die zumeist 4'4 und 6'6 m (seltener 6'0 m) langen Grubenholzklötze sind — in der Reihenfolge ihres Einlangens in das Lager — in Stöße geschichtet. Die Länge des zum Einbauen bestimmten Grubenholzklotzes ist 2'2 m, demgemäß müssen die Grubenholzklötze zu solchen Stücken zersägt, bzw. zerschnitten werden.

Die Arbeit des Ablängens besteht also aus der Vorbereitung des Grubenholzes, worunter ich verstehe: Das Zuführen der Klötze auf den Arbeitsplatz, das Befestigen auf die Sägelager, das Messen und das Entfernen der fertigen Stücke. Die Hauptarbeit aber bildet das Zersägen der Klötze. Dem Zwecke entsprechend habe ich die Zeit der Vorbereitung, der Hauptarbeit und der nötigen Zeitverluste mittels Stoppuhr gemessen, sowie selbstverständlich auch den Durchmesser des Grubenholzklotzes an der Sägestelle.

Ich habe die Untersuchungen mit Handsägen durch zwei Arbeitergruppen durchführen lassen, während ich zur Bedienung der Rinco-Motorsäge

(zum Fertigstellen des ganzen Arbeitsherganges) 4, bzw. 6 Mann beschäftigte.

Betreffs Form, Massen und Bezahlungsstruktur der Holzfällersägen verweise ich auf Tab. 1. Die detaillierten Resultate der Forschungen habe ich in Tab. 2 zusammengefaßt, worin ich die Werte der Arbeit von 2 Mann bezugnehmend auf einen Fm ausweise. Da man bei Vergleichung der Leistungen auch in Betracht ziehen muß, wieviel Arbeiter die benützte Säge, das Werkzeug oder die Maschine bedient haben, deshalb habe ich in der letzten Rubrik der Tabelle die gesamte Arbeitszeit auch auf eine Arbeitskraft umgerechnet.

ad 1) Als Endergebnis der Versuche mittels Handfällersägen bei Grubenholz kann festgestellt werden, daß die durchschnittliche Sägezeit, bezogen auf einen Fm 8'72 Minuten beträgt und die Gesamtarbeitszeit — auch die Vorbereitungsarbeiten und Zeitverluste eingerechnet — 19'77 Minuten/Fm beträgt. Diese Werte beziehen sich auf die Arbeit von zwei Arbeitergruppen. Auf eine Arbeitskraft umgerechnet sind es 39'54 Minuten/Fm.

(Indem wir die Resultate der mit der Rinco-Motorsäge durchgeführten Beobachtungen mit jenen der Handfällersägen vergleichen, sehen wir, daß die auf das Ablängen von 1 Fm Grubenholzklötzen entfallende Arbeitszeit, auf eine Arbeitskraft umgerechnet, bei der Rinco-Motorsäge mit vierer Arbeitergruppe 29'64 Minuten/Fm beträgt, bei sechser Arbeitergruppe 27'66 Minuten/Fm und im Durchschnitt der Handfällersägen 39'54 Min./Fm.

(Die Feststellung der reinen Sägeleistungen habe ich parallel mit den vorerwähnten Versuchen durchgeführt. Ich habe aus den Zeiterfordernissen und aus den der Zeitdauer entsprechenden Durchmesser der Handfällersägen die einzelnen Sägegrafikone gezeichnet (s. Abb. 1 u. 2). Bei der Konstruierung der Kurven habe ich die Durchmesser auf die Achse der Abszisse und die durchschnittlichen Sägezeiten auf die Ordinate aufgetragen. Da die Sägeversuche beim Ablängen von Kiefern-Grubenholzklötzen durchgeführt wurden, ist es selbstverständlich, daß die Durchmesser sich nur innerhalb enger Grenzen bewegen (12—24 cm). Gerade infolge der engen Grenzen hat es sich ergeben, daß die Sägegrafikone (laut Durchmesser) sowohl von den Handfällersägen, als auch von der Rinco-Motorsäge annähernd gerade sind. Die endgültigen Zeitergebnisse des Sägens habe ich von den Ausgleichungskurven abgelesen, woraus ich dann die zum Vergleichen nötigen übrigen Daten ausgerechnet habe. Diese Resultate habe ich in Tab. 3 zusammengestellt.

ad 2.) Die Arbeitsleistungen der Handfällersägen und der Rinco-Motorsäge habe ich in Tab. 3 auf dreierlei Arten veranschaulicht: 1. Mit der zum Sägen der Durchmesser nötigen Arbeitszeit. 2. Mit der auf eine Flächeneinheit entfallende Sägezeit. 3. Mit der binnen einer Minute erzielbaren Flächengröße beim Sägen.

Die Durchschnittsleistungen der Handfällersägen habe ich den Untersuchungen von *Fuchs* in Tabellenformat gegenübergestellt (*Fuchs*: Versuche mit Amerikanersäge. Forstarchiv, 1927. S. 198). Diese Vergleichungstabelle habe ich gänzlich nach *Fuchs*' Vorbild zusammengestellt, und zwar habe ich nebst den Arbeitsleistungen der Sägen auch die Masse der benutzten Sägeblätter und deren Zahnung angeführt (s. Tab. 4). Als Endergebnis des Vergleiches kann bei den durch *Fuchs* untersuchten, mit ähnlicher Zahnung versehenen Holzfällersägen durchschnittlich binnen einer Minute 0'0352 qm Holz gesägt werden. Demgegenüber haben meine in Brennberg gemachten Beobachtungen das Resultat einer Arbeitsleistung von 0'0305 qm/Min. ergeben. Laut einer späteren Untersuchung von *Fuchs* beträgt die auf eine Minute entfallende Arbeitsleistung beim Querschneiden des Kiefernholzes, bezogen auf einen Durchschnittsdurchmesser von 20 cm, 432 qcm/Min. Sonstige literarische Daten habe ich zu Vergleichszwecken nicht herangezogen, weil — wie auch *Fuchs* erwähnt — die bisher zur Veröffentlichung gelangten Sägeforschungen in einem derartigen Optimum der Arbeitsbedingungen ausgeführt wurden, daß diese Resultate im praktischen Leben ohnedies nicht erreicht werden können (*Fuchs*: Versuche mit Amerikanersägen. Forstarchiv, 1927. S. 340).

Die durch mich beobachtete Arbeitsleistung der Rinco-Motorsäge beim Ablängen des Grubenholzes aus Kiefern beträgt 1654 cm²/Min. Im Vergleiche mit den ebenfalls im praktischen Betriebe festgestellten Daten von *Strehlke* stellt es sich heraus, daß die Arbeitsleistung der durch *Strehlke* untersuchten Rinco-Motorsäge beim Ablängen von Kiefernholz im Kahlschlag 2525 cm²/Min. beträgt. Die Differenz ist eine ziemlich große, mehr als 1'5fache. Nach dem Grund hiefür suchend, kann ich keine andere Erklärung dafür finden, als höchstens die, daß die verwendete Maschine bereits seit längerer Zeit im Gebrauche steht und einmal sogar wegen Zylinder- und Kolbenbruches repariert wurde.

Aus den Daten der gegenwärtigen Untersuchung habe ich, um die Arbeitsleistung der Rinco-Motorsäge mit derjenigen der zu gleicher Zeit beobachteten Hand-Holzfällersägen vergleichen zu können, ein Grafikon gezeichnet, worin ich die Größe der binnen einer Minute gesägten Flächen vergleiche. Ich habe den Vergleich mit Werten ausgeführt, die ich auf Durchmesser von 16—23 cm erhielt (s. Abb. 3).

Dieser Vergleich ergab das Resultat, daß die in Frage stehende Rinco-Motorsäge (Kettensäge) auch in ihrem jetzigen Zustande eine 5—6mal so große Arbeitsleistung liefert, als die durch mich untersuchten Hand-Holzfällersägen.

A sarjeredetű akácállományok faállomány-szerkezettani vizsgálata.

írta: dr. Kováts Ernő.

1. Bevezetés.

Az erdő faállományát alkotó faegyedek a keletkezésük pillanatától kezdve egészen a halálukig, ill. kihasználásukig harcban állnak egymással. Ez a harc a létért folyik. Talán sehol sem olyan erős és sehol sem lehet annak eredményét olyan jól megfigyelni, mint éppen a faállományon belül, ahol az egyedek helyhez kötöttsége következtében ez a harc mindig életre-halálra megy, mert a fa nem mehet el kedvezőbb létfeltételeket keresni, mint a helyhez nem kötött élőlények.

Ez a folytonos küzdelem természetesen maga után vonja, hogy az állományt alkotó egyedek közül az egyik jobban fejlődik mint a másik aszerint, amint az egyik egyed akár a véletlen, akár a sikeresen megvívott harc következtében kedvezőbb létfeltételek közé kerül mint a másik. Az állományt alkotó fák tehát a létért való küzdelem következtében differenciálódnak. A fák differenciálódásának okát ezzel a kifejezéssel csak összefoglaljuk, mert szerepet játszik abban mindaz, ami ennek a küzdelemnek a kimenetelére befolyással van, úgymint a kor, az öröklött tulajdonságok, a véletlen által juttatott kedvezőbb vagy kedvezőtlenebb helyi kitettség, ill. helyi talajviszonyok, az esetleges külső behatások stb.

A létért való küzdelem, a legrosszabb termőhelyektől eltekintve, elsősorban a kellő mennyiségű fény és levegő birtokáért folyik, mert e kettő szükséges ahhoz, hogy a fa kellő nagyságú asszimiláló szervet — koronát — tudjon fejleszteni, amely nélkül elpusztulna. E tekintetben pedig az az egyed jut a szomszédainál kedvezőbb helyzetbe, amelynek sikerül azok fölé emelkedni, ezért a létért való küzdelem elsősorban a magassági növekedésben hoz létre versenyt és ezen keresztül bizonyos magassági differenciálódást. A magasabb fák kedvezőbb fejlődési — biológiai — viszonyok között vannak, mint az alacsonyabbak. Az egyforma biológiai viszonyok között lévő törzseket az állományon belül egy önmagában homogen biológiai csoportba foglalhatjuk össze. Egy-egy ilyen biológiai csoport-

tot tehát elsősorban az azt alkotó egyedeknek a közvetlen környezetükhöz viszonyított (relatív) magassága jellemzi. A kellő magasság egyedül még nem biztosítja az egyed fennmaradását, hanem csak akkor, ha ahhoz megfelelő nagyságú asszimiláló szerv — korona — is járul. A biológiai tagozódás második főjellemzője tehát a korona.

A relatív magasság és a korona az a két tulajdonság, amelyen az összes osztályozási rendszerek alapulnak. A két tulajdonság — amint látni fogjuk — nem választható szét olyan élesen a gyakorlatban a fák biológiai osztályozásánál, mint amennyire azokat az osztályozási rendszer felállításánál szét lehet választani.

Az állományt alkotó különböző biológiai csoportok különbözni fognak egymástól a többi gyakorlatilag fontos tulajdonságban is. Más és más lesz az átlagos átmérőjük, körlapjuk, alakszámuk, fatömegük, szerfamennyiségük stb.

A faállományt tehát úgy tekinthetjük, mint ezen kisebb, biológiailag önmagukban homogén csoportokból összetett magasabb biológiai egységet. A faállományszerkezeti kutatások egyik célja: vizsgálni, milyen szerepet játszanak az egyes biológiai csoportok a faállomány fejlődésében, milyen összefüggések vannak az egyes biológiai csoportok és az egész faállomány jellemző tulajdonságai között (magasság, átmérő, körlap, alakszám, fatömeg) és milyen változásokon mennek át ezek az összefüggések a korral kapcsolatban.

Hogy ezeket a vizsgálatokat elvégezhessük, az állományt alkotó törzseket kétféle alapon kell osztályoznunk. Az első a biológiai osztályozás. A biológiai osztályozásnak nagyon sok formája fejlődött ki az idők folyamán. Erre vonatkozólag csak utalok *Lönnroth*¹⁾ munkájára, amelyben részletes ismertetést talál az érdeklődő. Hazánkban leginkább ismeretes a *Kraft—Heck*-féle osztályozás. A fák biológiai osztályozása szembecslés útján történik.

A biológiai osztályozáson kívül szükséges még egy mechanikus osztályozás is, amellyel mi a törzseket valamely jellemző tulajdonságuk megmért nagysága alapján egyenlőközü osztályokba sorozzuk. Ilyen osztályozás pl. a törzseknek a megmért mellmagassági átmérőjük alapján 1 cm-es vastagsági fokokba való sorolása, vagy pl. az összes törzsek magasságának felvétele 1 m-es osztályokba való sorolással. Csak az utóbbi mechanikus és egyenlőközü osztályozásnak a keresztülvitele teszi lehetővé, hogy a szembecslés alapján elkülönített biológiai csoportoknak az egész faállomány fejlődésében való szerepét, azok egymásközötti összefüggését és az azokban beálló változásokat kimutathassuk.

¹⁾ *Lönnroth*: Die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger, naturnormaler Kiefernbestände. Helsinki, 1925. 5—57. old.

A mechanikus, egyenlőközű osztályozás teszi lehetővé a faállomány-szerkezetten másik feladatának a megoldását is. Ez a feladat: felderíteni azokat az összefüggéseket, amelyek az egyes fatömegtényezők, ill. azok és a fatömeg között fennállanak tekintet nélkül az állomány biológiai tagozódására.

Ezt a kettős célt szolgálja ez a tanulmányom is. A faállomány-szerkezetten tárgyköre azonban nagyon sok kérdést foglal magába, amelyek közül soknak a megoldása a faállomány egészen különlegesen részletezett felvételét követeli meg. Éppen ezért tanulmányomban nem terjeszkedhettem ki a sarjeredetű akácállományok összes belső szerkezeti kérdéseire, hanem csak azokra, amelyeknek vizsgálatát a rendelkezésemre álló anyag lehetővé tette.

2. A vizsgálati anyag leírása.

A jelen tanulmányom alapanyagául az a 96 db. sarjeredetű állományú próbaterület szolgált, amelyet az erdőrendezéstani tanszék tűzött ki és vett fel *Fekete Zoltán* egyetemi ny. r. tanár úr vezetésével a készítendő akác fatermési táblák céljaira. Az egyes próbaterületek részletes leírását mellőzöm és erre vonatkozólag csak utalok *Fekete Zoltán* „Akác fatermési tábláira.”¹⁾ A próbaterületek felvételi eljárását részletesen közlöm, mert ez szabta meg a faállomány-szerkezetten vizsgálatok terjedelmének a határait.

A próbaterületek törzsei háromszoros osztályozáson estek át és pedig 1. egy biológiai, 2. egy mechanikus egyenlőközű és 3. egy gazdasági osztályozáson.

A biológiai osztályozás a *Lönnroth*-féle osztályozás alapján történt, azaz az egyszerűsítéssel, hogy az egyes törzseknek csak a törzsosztályát alapítottuk meg, az alakosztályát (koronaosztály) már nem. Ezt az engedményt a rendelkezésre álló idő rövidsége miatt kellett megadni. A koronaosztály megítélése ugyanis hosszabb időt vesz igénybe, mint a relativ magasság által jellemzett törzsosztályé. Indokoltta tette ezt az eljárást az is, hogy a törzsosztály elsőrendűbb, fontosabb biológiai karakterisztikum, mint az alakosztály.

A *Lönnroth*-féle osztályozás a következő²⁾:

- | | | |
|--|---|-----------------------|
| 1. törzsosztály: uralkodó törzsek | } | uralkodó állományrész |
| 2. törzsosztály: együtt uralkodó törzsek | | |
| 3. törzsosztály: túlszárnnyalt törzsek | } | uralt állományrész. |
| 4. törzsosztály: elnyomott törzsek | | |

¹⁾ *Fekete Z.*: Akác fatermési táblák. Sopron, 1937.

²⁾ Ugyanott 54. old.

A törzsszattyók egyedüli jellemzője tulajdonképen a magasság. A törzsszattyókön belül, de azoktól függetlenül három valódi koronaalak-oszattyót különböztet meg. Ezekre vonatkozólag csak utalok *Lönnroth* munkájára.¹⁾

A mechanikus osztályozás a mellmagassági átmérők felvétele alapján történt. Minden egyes törzsnek megmértük a mellmagassági átmérőjét ÉNY-DK és erre merőleges irányban milliméter pontossággal. A két átmérő átlaga alapján a törzseket 1 cm-es vastagsági fokokba soroztuk törzsszattyónként külön-külön.

A gazdasági osztályozás az állománynak fő- és mellékállományra való bontásával történt. Tehát minden egyes törzsre vonatkozólag az is megállapított, hogy az a mellékállományba tartozik-e vagy a főállományba.

Először a gazdasági osztályozást hajtottuk végre. Bejártuk a próbaterületet és kijelöltük a mellékállományt. A mellékállomány kijelölése az alacsony áterdölés B—C fokának megfelelően történt. Az uralkodó állományrészből csak a beteg vagy rossznövésű törzsek távolítottak el. A mellékállományba sorozott törzsek feltűnően megjelöltettek, hogy a mellmagassági átmérők felvételénél azok a főállománytól elkülöníthetők legyenek.

A biológiai osztályozás a mellmagassági átmérők felvételével egyidejűleg történt. Ez nagyon könnyen lehetséges volt, mert amíg az átlalós a két egymásra merőleges átmérőt megmérte és bemondta, azalatt a fa törzsszattyát nagyon jól meglehetett állapítani.

A helyszínen történt a kor meghatározása is. E célból a próbaterületen kívül a főállományból és a próbaterületen belül a mellékállományból döntött törzsek vágáslapján megszáoltuk az évgyűrűket és az így kapott koroknak átlagát vettük. Ehhez a tuskómagasság miatt nem adtunk hozzá semmit, mert az akácsarj már az első esztendőben messze túlnövi a tuskómagasságot.

A fatömeg kiszámítása a *Fekete Zoltán*-féle „Akác fatömegtáblák és szerfabecslési táblázatok” segítségével történt. Minden próbaterületen belül megmértük 20—35 db. törzs magasságát mind a fő-, mind a mellékállományból külön-külön és ezek alapján megszerkesztettük a fő-, ill. a mellékállomány magassági görbéjét. A magassági görbéről leolvasott átlagos magasság és a vastagsági fok átmérője alapján kiolvastuk a fatömegtáblából egy törzs fatömegét, ezt szorozva a vastagsági fok törzseinek a számával és a nyert szorzatokat összegezve kaptuk a faállomány fatömegét. A mellékállomány fatömegét a próbaterületek egy részénél a fatömeggörbés módszerrel határoztuk meg. A 10 évnél fiatalabb állományok részére a döntött próbatörzsek alapján egy kis önálló fatömegtábla²⁾ készít-

¹⁾ Ugyanott 54. old.

²⁾ Dr. Kováts E.: Adalékok az akác fatömegtáblákhoz. Erd. Kís., 1935. XXXVII. köt.

tetett és ezzel határoztuk meg azok fatömegét, mert a *Fekete*-féle fatömeg-táblák adatai az ilyen fiatal állományokra nézve nem adnak helyes eredményt, mivel azok 20—35 éves állományok adatai alapján állítottak össze. A 86. és 88. sz. próbaterületek összes törzsét szakaszos köbözéssel vettük fel.

Az egyes fák törzssosztályának jellemzője a *Lönnroth*-féle osztályozásnál egyedül annak a közvetlen környezetéhez viszonyított magassága. A korona elméletileg tehát nem játszik szerepet annak megítélésénél. Az osztályozás gyakorlati kivitelénél azonban nem lehet magunkat a koronától teljesen függetlenítenünk.

A törzssosztályozás lényegileg az úgynevezett „uralkodási elven” (*Beherrschungsprinzip*) alapszik. Ennek ugyan tényleg a környezethez viszonyított magasság az elsődleges jellemzője, de önkénytelenül is összekapcsoljuk azt a korona nagyságával és helyzetével is és az egy csoportban

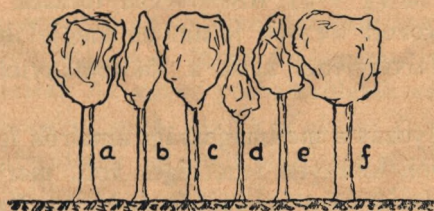


Abb. „a” ábra.

álló fák közül, ha azok magassága egyforma is, azt, amelynek a koronája a legkevesebbé fejlett, alacsonyabb törzssosztályba vagyunk hajlandók sorozni, mint a többit. Elősegíti ennek a hibának az elkövetését az is, hogy az egy csoportban álló fák közül egyenlő magasság esetén is az látszik alacsonyabbnak, amelyiknek a koronája a többi törzs által a legjobban meg van nyomorítva. Pl. az „a” ábrában a „b” és „e” törzset a becslő könnyen a második törzssosztályba sorozza, jóllehet azok a relatív magasságuk alapján az első törzssosztályba tartoznak.

Nagyon nehéz és bizonytalaná válik a törzssosztály megállapítása a nagyon rossz termőhelyeken. Itt a fák olyan távol állnak egymástól, hogy azok földfeletti részei egyáltalán nem befolyásolják egymást fejlődésükben és így nem is lehet azt mondani, hogy az egyik fa uralja a másikat, mert ennek előfeltétele, hogy a törzsek bizonyos közelségben álljanak egymáshoz. A magassági differenciálódás létrehozásában itt a fényért és levegőért folyó küzdelem nem játszhatik szerepet, mert a gyér állás mellett mindkettő bőségesen áll rendelkezésre, hanem az öröklött tulajdonságok, a véletlen által juttatott kedvezőbb vagy kedvezőtlenebb fejlődési lehetőség és nem utoljára a szükséges mennyiségű víz és tápanyag biztosításáért a talaj-

ban lefolyó gyökérharc eredménye az. A törzsosztályozás alapját képező uralkodási elv iti tehát nem alkalmazható és éppen ezért a törzsosztályozás ezeken a helyeken többé-kevésbé átalakul egy szembecslésen alapuló mechanikus magassági osztályozássá, amennyiben a körülbelül egyforma abszolút magasságú fákat foglaljuk össze egy törzsosztályba. A „ β ” jelzésű ábrában pl. ha a „c” törzs az első törzsosztályba tartozik, úgy az uralkodási elv alapján a „b” és a „d” törzset még be lehetne sorozni a 3. törzsosztályba, de már az „f” és „g” törzset az 1. törzsosztályba kellene soroznunk.

Ezek a termőhelyeken az uralkodási elv alapján nincs elnyomott egyed, mert hisz a földfeletti részek teljesen függetlenek egymástól; itt legfeljebb a talajban nyomja el egyik fa gyökérzete a másikat, ezt a küzdelmet azonban nem tudjuk a törzsosztályozás szempontjából kiértékelni.

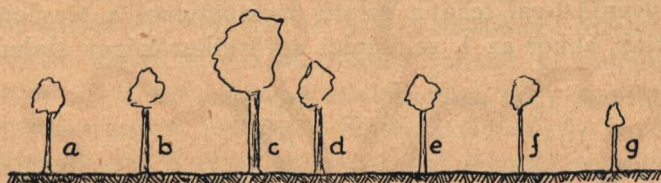


Abb. „ β ” ábra.

3. A felvételi anyag feldolgozásánál alkalmazott eljárások.

Az egyes próbaterületek faállománya által képviselt populáció (a faállományt alkotó fák összessége) egyes tulajdonságait a felvételi adatok nem jellemzik kellő tömörséggel és szabatosséggal, úgyhogy azok közvetlenül nem alkalmasak a közöttük fennálló esetleges törvényszerű vonatkozások kimutatására. Pl. ha az átmérő fejlődését kutatjuk, úgy a felvételi adatok, amelyek az állomány egész átmérővariációját tüntetik fel, közvetlenül nem alkalmasak arra, hanem szükséges, hogy a felvételi adatok alapján egy olyan átmérőt határozzunk meg, amely ebből a szempontból az egész populációra — faállományra — jellemző. Ilyen érték pl. az állományon belül előforduló összes átmérők aritmetikai átlaga.

Az állományon belüli variáció megfelelő tömör és szabatos jellemzésére a matematikai statisztika módszerei a legalkalmasabbak. A matematikai statisztika segítségével a felvételi adatokból levezetett értékek a populáció kérdéses tulajdonságainak karakterisztikumai, amelyek azt kellő pontossággal és rövidséggel jellemzik.¹⁾

¹⁾ A következők *Charlier*: „Grundzüge der mathematischen Statistik” és *Rietz-Baur*: „Handbuch der mathematischen Statistik” alapján vannak összeállítva.

Ezen karakterisztikumok legnagyobb része a relatív momentumok elvől vezethető le. Valamely populációnak egy tetszőleges x' pontra vonatkoztatott s -dik relatív momentuma:

$$v_{x's} = \frac{\sum (x_i - x')^s n_i}{\sum n_i},$$

ahol x_i a vizsgálat tárgyává tett tulajdonság (x) változó mértéke, x' azt az értéket jelöli, amelyre a relatív momentumot vonatkoztatjuk, n_i pedig a populáció azon egyedeinek a számát jelenti, amelyekben vagy amelyekben a vizsgált „ x ” tulajdonság éppen „ i ” mértékben van meg. „ s ” a hatványkitevő, a momentum fokát jelzi. Így pl. ha az átmérőről van szó, úgy x_i jelenti a 6, 7, 8 stb. cm-es átmérő fokokat, x' valamely tetszőleges átmérő-értéket, amelyre a relatív momentumot vonatkoztatni akarjuk, n_i pedig az egyes átmérőfokok törzsszámát.

Ha x' egyenlő 0-val, tehát a relatív momentumot a tényleges 0 pontra vonatkoztatjuk, akkor az 1. sz. képlet a következőképpen alakul:

$$v_{0s} = \frac{\sum x_i^s \cdot n_i}{\sum n_i}$$

A tényleges 0 pontra vonatkoztatott relatív momentumok közül a legáltalánosabban ismert és egyuttal legfontosabb karakterisztikum is: az aritmetikai átlag. Ez nem más, mint a 0 pontra vonatkoztatott első relatív momentum. Ebben az esetben $s = 1$ és a képlet lesz:

$$v_{01} = \frac{\sum x_i n_i}{\sum n_i} = M$$

A 0 pontra vonatkoztatott magasabb relatív momentumok közül szerepel a tanulmányomban a második relatív momentum, melynek képlete:

$$v_{02} = \frac{\sum x_i^2 \cdot n_i}{\sum n_i}$$

Az ebből vont négyzetszög nem más, mint a vizsgálat tárgyává tett tulajdonság négyzetes átlaga. Az erdőbecslésnél egész általános ennek az átlagnak a használata, mert hisz az átlagos körlap alapján meghatározott átlagos átmérő nem más, mint az állományon belül előforduló összes átmérők négyzetes átlaga.

$$g_{med} = \frac{\sum g_i n_i}{\sum n_i} = \frac{G}{N}, \quad g_{med} = \frac{d_{med}^2 \pi}{4}, \quad \frac{\pi}{4} d_{med}^2 = \frac{\sum g_i n_i}{\sum n_i} = \frac{\sum \frac{\pi d_i^2}{4} n_i}{\sum n_i}$$

tehát

$$d_{med}^2 = \frac{\sum d_i^2 n_i}{\sum n_i} \quad \text{és} \quad d_{med} = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 n_i}{\sum n_i}}$$

A többi szerepet játszó karakterisztikumot már nem a 0 pontra, hanem az aritmetikai átlagra vonatkoztatott relatív momentumokból vezethetjük le, amelyeknek általános képletét kapom, ha az 1. sz. képletbe $x' = M - \text{et}$ helyettesítek. Elhagyva az aritmetikai átlagra vonatkoztatott relatív momentumoknál annak az indexben való megjelölését, annak képlete lesz:

$$v_s = \frac{\sum (x_i - M)^s n_i}{\sum n_i}$$

Az aritmetikai átlagra vonatkoztatott első relatív momentum 0-val egyenlő. Ez az aritmetikai átlag jellemző tulajdonsága. Ha $s = 2$, akkor

$$v_2 = \frac{\sum (x_i - M)^2 n_i}{\sum n_i} \quad \sigma = \sqrt{v_2}$$

Az aritmetikai átlagra vonatkoztatott második relatív momentumból vont négyzetgyököt *szórásnak* nevezzük. A szórás számszerű kifejezője annak, hogy a populáció tagjai milyen mértékben vannak az aritmetikai átlag körül szétszórva. A szórás jellemző tulajdonsága, hogy normális és szimmetrikus megoszlás esetén, amelynek típusa a Gauss-féle haranggörbe, a populáció tagjainak cca $2/3$ része az aritmetikai átlagtól számított $\pm \sigma$ határok közé esik. Grafikus ábrázolás esetén a $+\sigma$ és $-\sigma$ értékek a megoszlási görbe inflexiók pontjainak abszcisszáit adják meg az aritmetikai átlagtól, mint 0 ponttól számítva. Másik fontos tulajdonsága a szórásnak, hogy gyakorlatilag a populáció összes egyedei az $M \pm 3\sigma$ határok közé esnek. A szórás egysége megegyezik az aritmetikai átlag egységével. Ha tehát pl. az átmérőről van szó és azt cm-ben fejezem ki, akkor az aritmetikai átlagot és a szórást is cm-ben kapom.

A szórásnak van egy relatív mérőszáma is, melyet variációs koefficiensnek nevezünk. Képlete:

$$V = \frac{100\sigma}{M}$$

A szórás relatív mértéke az alkalmazott mértékegységtől független és éppen ezért nagyon alkalmas különböző mértékegységű sorok szórásának az összehasonlítására.

Ha valamely populáció egyedeinek a megoszlása közel áll a szabályoshoz (szimmetrikus és normális), akkor azt az aritmetikai átlag és a szórás már kellőképpen jellemzik. Ha azonban a megoszlás eltér a szabályostól, mint ahogy a faállomány törzseinek a megoszlása, akkor az előző két karakterisztikumon kívül még két magasabbrendű karakterisztikum is szükséges a megoszlás jellemzéséhez. Ez a két karakterisztikum az aszimmetria és a normalitás mérőszáma (excess).

Az aszimmetria annak a számszerű kifejezése, hogy mennyire tér el a vizsgált megoszlás a szimmetrikustól. Képlete:

$$S = -\frac{\nu_3}{2\sigma^3}, \quad \text{hol} \quad \nu_3 = \frac{\sum (x_i - M)^3 n_i}{\sum n_i}$$

tehát az aritmetikai átlagra vonatkoztatott harmadik relatív momentum.

Az excess mérőszáma a normális megoszlástól való eltérést fejezi ki. Képlete:

$$E = \frac{1}{8} \left[\frac{\nu_4}{\sigma^4} - 3 \right], \quad \text{hol} \quad \nu_4 = \frac{\sum (x_i - M)^4 n_i}{\sum n_i}$$

tehát az aritmetikai átlagra vonatkoztatott negyedik relatív momentum. A pozitív excess azt jelenti, hogy a populáció egyedeinek a száma az aritmetikai átlag körül nagyobb a normálisnál, a negatív excess pedig ennek az ellenkezője.

Ezen négy karakterisztikum kiszámításának egyszerűsítésére többféle eljárást dolgoztak ki. Közös tulajdonságuk, hogy a megfigyelési eredményeket egyenlőközű osztályokba sorozzuk, a 0 pontot áthelyezzük valamely a sor közepe táján fekvő osztály közepére, az egyes osztályok ezen ideiglenes 0 ponttól való eltérésük alapján új értékjelölést kapnak mégpedig az alkalmazott osztályozás intervallumában mint egységben kifejezve. A 0 pontul választott osztálynál alacsonyabb osztályok —, a magasabbak + előjelet kapnak. A számításokat először erre az ideiglenes nullpontra vonatkoztatva végezzük el és azután átszámítjuk azokat az aritmetikai átlagra. A legegyszerűbbnek tartom, ha a számítás menetét egy példában mutatom be. Az alábbi példában a 88. sz. próbaállomány 1. törzsoosztálya magasságszerinti megoszlásának e négy jellemző karakterisztikumuk van kiszámítva.

h (m)	n _i (db)	x _i	x _i +1
14	2	-4	-3
15	5	-3	-2
16	11	-2	-1
17	16	-1	0
18	26	0	+1
19	23	+1	+2
20	20	+2	+3
21	3	+3	+4
$\sum n_i =$	106		

$$\sum x_i n_i = +11$$

$$\sum x_i^2 n_i = +267$$

$$\sum x_i^3 n_i = -103$$

$$\sum x_i^4 n_i = +1695$$

w = az osztályozási egység = 1 m.

M' = az ideiglenes 0 pont

ν_1' = az ideiglenes 0 pontra vonatkoztatott relatív momentum

$$b = \nu_1'$$

Ellenőrzés:

$$\Sigma(x_i + 1)^4 \cdot n_i = \Sigma x_i^4 n_i + 4 \Sigma x_i^3 n_i + 6 \Sigma x_i^2 n_i + 4 \Sigma x_i n_i + \Sigma n_i = + 3035$$

$$\frac{\Sigma x_i n_i}{\Sigma n_i} = b = + 0'103774$$

$$b^2 = + 0'010769$$

$$b^3 = + 0'001117$$

$$b^4 = + 0'000127$$

$$\frac{\Sigma x_i^2 \cdot n_i}{\Sigma n_i} = v_2' = + 2'51887$$

$$\frac{\Sigma x_i^3 \cdot n_i}{\Sigma n_i} = v_3' = - 0'971698$$

$$\frac{\Sigma x_i^4 \cdot n_i}{\Sigma n_i} = v_4' = + 15'9906$$

$$M = \text{arithmetikai átlag} = M' + b = 18'1 \text{ m}$$

$$v_2 = v_2' - b^2 = + 2'50810$$

$$v_3 = v_3' - 3bv_2' + 2b^3 = - 1'75364$$

$$v_4 = v_4' - bv_3' + 6b^2v_2' - 3b^4 = + 16'5561$$

$$\sigma = \sqrt{v_2} = \pm 1'583 \text{ m}$$

$$S = - \frac{v_3}{2\sigma^3} = + 0'221$$

$$E = \frac{1}{8} \left[\frac{v_4}{\sigma^4} - 3 \right] = - 0'046$$

$$\text{Ellenőrzés: } v_4' = v_4 + 4bv_3 + 6b^2v_2 + b^4$$

A törzsszámmegoszlási görbéket ha nem grafikus úton történt azok megszerkesztése, a következő egyenlet alapján számítottam ki:

$$\frac{y_{x+1}}{y_x} = \frac{x^2 + c_1x + c_2}{x^2 + c_3x + c_4}$$

ahol y_{x+1} az $(x + 1)$ -dik osztály, y_x pedig az x -dik osztályba tartozó gyakoriságot — a mi esetünkben a törzsszámot — jelenti. A c_1, c_2, c_3 és c_4 együtthatók értékei sorban a következők:

$$c_1 = -1 - \left[1 - \frac{v_3}{v_2} \right] \frac{1}{d'}, \quad c_3 = c_1 + 4 + \frac{2}{d'}, \quad d' = \frac{2\alpha_4 - 3\alpha_3^2 - 6 + \frac{1}{v_2}}{\alpha_4 + 3 - \frac{1}{v_2}}$$

$$c_2 = v_2 \left[1 + \frac{2}{d'} \right], \quad c_4 = c_2 + c_3 - 1, \quad \alpha_s = \frac{v_s}{\sigma^s}$$

Az $\frac{y_{x+1}}{y_x}$ tört ismerete alapján egy olyan sorozat ordinátát határozhatunk meg, amelyek a keresett kisímitott gyakoriságokkal arányosak. Az a feltevés, hogy a kisímitott gyakoriságok összegének egyenlőnek kell lennie a vizsgálat tárgyává tett populáció egyedeinek a számával, megadja azt az arányossági tényezőt, amellyel a kiszámított arányos ordinátákat meg kell szoroznunk, hogy a kisímitott megoszlási adatokat kapjuk.

Azért alkalmaztam ezt az eljárást, mert ennél semmiféle táblázat alkalmazására nincs szükség, hanem tisztán elemi számítási módokkal lehet az egészet elvégezni, másrészt ha egy konkrét megoszlás kisímitásáról van szó, akkor ez az eljárás jobb megközelítést ad mint a Charlier-féle.

Két tulajdonság egymáshoz közti összefüggésének a vizsgálatánál a kor-

reláció számítását is alkalmaztam, főleg akkor, ha az adatok grafikus ábrázolásából nem lehetett megállapítani, hogy van-e összefüggés a két tulajdonság között vagy nincs. De jó szolgálatot tesz a korreláció kiszámítása ott is, ahol már a grafikus ábrázolásból is kiténik a két tulajdonság közötti összefüggés, mert a korreláció számítás a két tulajdonság közötti kapcsolat fokát, erősségét számszerűleg adja meg, ami magából a grafikus ábrázolásból még nem állapítható meg. Két tulajdonság közötti összefüggés — a korreláció — mérőszáma a „korrelációs koefficiens”, melynek képlete

$$r = \frac{\frac{1}{N} \sum x_i y_i - M_x M_y}{\sigma_x \sigma_y}$$

x_i és y_i a vizsgált két tulajdonság összetartozó értékei, tehát a két tulajdonságnak a populáció ugyanazon egyedén mért vagy megfigyelt mértéke. N a populáció egyedeinek a száma; M_x és M_y az x ill. az y tulajdonságoknak aritmetikai átlagai és σ_x és σ_y pedig az x ill. y -nak a szórása.

Az r értéke -1 és $+1$ között változik. Ha a két tulajdonság egymástól független, akkor $r = 0$. Ha a két tulajdonság között függvénytípusú az összefüggés, akkor $r = 1$. Ha a korrelációs koefficiens előjele $+$, akkor a két tulajdonság egyenes viszonyban áll, tehát az egyiknek az emelkedésével általában a másik is emelkedik és fordítva. Negatív előjel esetén az egyik tulajdonság emelkedő mértéke a másiknak csökkenésével kapcsolatos.

A korrelációs koefficiens azonban csak akkor ad helyes eredményt, ha a vizsgálat tárgyává tett két tulajdonság között az összefüggés legalább megközelítően lineáris. Ellenkező esetben a korreláció mértékének megállapítására a korrelációs viszonzyszámot kell kiszámítani, amelynek a korrelációs koefficienssel való egybevetéséből egyúttal az is ellenőrizhető, hogy lineárisnak tekinthető-e a két tulajdonság közötti összefüggés vagy sem.

A felvételi adatokból kiszámított karakterisztikumok megbízhatóságát azok középhibájával jellemezhetjük. Mennél nagyobb az, annál kevésbé megbízható a kérdéses karakterisztikum. Az egyes karakterisztikumok középhibáit az alábbi képletek adják:

$$\begin{aligned} \epsilon(M) &= \frac{\pm \sigma}{\sqrt{N}} & \epsilon(S) &= \pm \frac{1.2247}{\sqrt{N}} \\ \epsilon(\sigma) &= \frac{\pm \sigma}{\sqrt{2N}} & \epsilon(E) &= \pm \frac{0.6124}{\sqrt{N}} \\ \epsilon(V) &= \pm \frac{V}{\sqrt{2N}} \left[1 + 2 \left(\frac{V}{100} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} & \epsilon(r) &= \pm \frac{1-r^2}{\sqrt{N}} \end{aligned}$$

A leírt karakterisztikumok az egyes próbaállományok belső variációi-

nak jellemzésére szolgálnak. A faállományszerkezetetani kutatásoknál azonban éppen ezeknek a jellegeknek a korral való változását és azok egymás közötti összefüggését kutatjuk. Ez oly módon történik, hogy azokat a próbaállományokat, amelyeket úgy tekinthetünk, mintha azok ugyanazon faállomány különböző korbeli fejlődési állapotát képviselnék, egy fejlődési sorozatba foglaljuk össze, ezen sorozat adatait valamilyen eljárással kisimítjuk és ezen kisimított adatokat fogadjuk el, azután a keresett törvényszerű összefüggés kifejezőjéül.

Az egy fejlődési sorozatba összefoglalt próbaállományok adatainak a kisimításánál általánosan csak a grafikus kiegyenlítés jöhet tekintetbe. Találunk ugyan az erdészeti irodalomban számos kísérletet, amelyek ezen fejlődési soroknak matematikai képletek útján való kiegyenlítését célozzák. Ez megfelelő lehet, ha csak egy tulajdonságnak a korral való változását vizsgálom. Ekkor jó eredményt érhetek el az $y = a + bx + cx^2 + \dots$ ill.

$y = a + \frac{b}{c} + \frac{c}{x^2} + \dots$ képletek alkalmazásával, ha a paramétereket a legkisebb négyzetek elve alapján határozom meg. Jó szolgálatot tehet ez a számítási mód az első kiindulásnál is. Ha azonban mi a faállománynak egyszerre több egymással összefüggő tulajdonságát vizsgáljuk, akkor végül is nem marad más fegyver a kezünkben, mint a grafikus kiegyenlítés. A faállomány jellemző tulajdonságai ugyanis bizonyos szabályszerű összefüggésekben állnak egymással és azok kiegyenlítése nem történhetik egymástól függetlenül, hanem csak úgy, hogy a kiegyenlített értékek is megfeleljenek ezeknek az általánosan ismert szabályoknak. Hogy csak egy példát említsek: az egész fatömegbecslésnek az alapképlete $V = G \cdot H \cdot F$. Ha tehát én e négy tulajdonságnak a fejlődését vizsgálom, akkor a G , H és F értékek kiegyenlítő görbéinek olyanoknak kell lenniök, hogy az azokról leolvasott értékek a fenti egyenletet kielégítsék. Hiába végzem én a G , H és F értékek kisimítását a legszebb matematikai eljárással, az így nyert összetartozó adatok nem fogják a fenti egyenletet kielégíteni. Nem marad tehát más hátra, mint a matematikai úton kiszámított görbéket grafikus úton föl vagy le elmozgatni, hogy végül is a $V = G \cdot H \cdot F$ képletet kielégítsék. Akkor pedig már sokkal célravezetőbb, ha a hosszadalmas számításokat elkerülve, közvetlenül a grafikus kiegyenlítéshez fordulunk.

A közölt grafikus ábrákban nem tüntettem fel mindegyik próbaállomány adatát külön-külön, mert az nagyon zavarta volna az áttekintést, hanem csak a grafikus kiegyenlítéssel kapcsolatban egy csoportba összefoglalt állományok vezérpontjait.

4. A feldolgozott anyag egyöntetűsége.

A megfigyelési sorozatoknak grafikus kiegyenlítése által csak akkor juthatunk helyes eredményre, ha az egy sorozatba összefoglalt próbaállom-

mányok minden tekintetben egyöntetűek voltak. Ennek az egyöntetűségnek az egész vonalon való biztosítása nem mindig vihető keresztül. Már maga az egyöntetűség fogalma is tágítható és szűkíthető aszerint, amint szigorúbb vagy enyhébb mértéket alkalmazunk.

Vizsgáljuk meg, hogy milyen mértékben felelnek meg a feldolgozott állományok az egyöntetűség követelményének.

a) *Származás.* A próbaterületek származása a helyszínen, részben tisztán az állományok megtekintése által, részben a gazdasági feljegyzések alapján, minden kétséget kizáróan megállapított. Az ültetett állományok szabályos soraikkal könnyen megkülönböztethetők a sarjról keltettől. Kétség csak idős, 30 év körüli állományoknál merülhet fel, ahol az ültetett állományok szabályos sorai a természetes törzsszámapadás és a gyéritések következtében már eltűntek. De ezekben az esetekben a gazdasági feljegyzések alapján mindig egész világosan megállapítható volt az állomány származása. Ilyen kétes eset csak a 90. és 91. sz. állománynál fordult elő.

A feldolgozott anyag mégsem mondható teljesen egyöntetűnek a származás tekintetében. A próbaterületek zöme ugyanis első sarjadzás és legnagyobbreszt gyökérsarj. Vannak azonban köztük állományok, amelyek második sarjadzásból keletkeztek és olyanok is, melyek állománya nem tisztán gyökérsarj, hanem tuskó- és gyökérsarj keverve. Tuskó- és gyökérsarjból álló állományuk van a 3., 15., 16., 17., 22., 31., 41., 43., 45., 54., 56., 62., 63., 65., 66., 68., 77., 79., 81. és 93. sz. állományoknak. Második sarjadzás a 10. és 75. sz. állomány.

Jóllehet általános megfigyelés, hogy mennél többszöri sarjadzású az akácállomány, annál rosszabb a fejlődése, mégsem kellett ezeket az állományokat kiselejtezni. A kérdéses két állomány ugyanis nem mutatott jellemző eltérést a többitől. A többszöri sarjadzás befolyását csak akkor állna módunkban kifogástalanul kimutatni, ha a termőhelyi osztályozás a fatömegterményezőktől függetlenül történne, mert a magasság vagy a fatömeg alapján történő termőhelyi osztályozás az ilyen többszöri sarjadzású állományra vonatkozólag azt jelenti, hogy az, ha tényleg rosszabb fejlődésű, ennek a rosszabb fejlődésnek megfelelő termőhelyi osztályba soroztatik, tehát olyan állományok közé kerül, amelyeknek a fejlődése megegyezik az övével és így nincs semmi alap a kiselejtezésére.

Még kevésbé merült fel ennek szüksége a tuskó- és gyökérsarj eredetű állományoknál.

b) *Kor.* Kor tekintetében az állományok annyira egykorúak, mint amennyire egykorú állományok sarjadzás útján egyáltalán keletkeznek. Úgyhogy e tekintetben az állományok teljesen egyöntetűek.

Érdekes, hogy a teljes egykorúság még ezekben a sarjerdőkben sincs meg, holott az itt volna leginkább remélhető. A kor meghatározása végett

döntött próbatörzsek kora bizonyos ingadozást mutatott. Ennek két oka van. Az egyik, hogy a kihasználás után a gyökerek sarjadzása nem történik mind egyszerre a következő évben, hanem a sarjak egy része csak a kihasználást követő 2—3. évben keletkezik. Ez a különbség azonban jelentéktelen. A másik, amelyik már nagyobb különbségeket idéz elő, az, hogy az akácállományokban, ha azok koronamennyezetében akár a gyérítés akár valamely más okból kifolyólag hézagok keletkeznek, vagy megritkul az, mindjárt megindul a sarjképződés és ezáltal az állomány zöménél 5—6 évvel fiatalabb állományrész is keletkezhetik. Inkább csak a jobb termőhelyeken fordul elő ez a jelenség, ahol a kedvező termőhelyi viszonyok miatt csökkentett fényigénnyel is tud élni a fa. Az így keletkezett állományrész azonban mindig az elnyomott törzssz osztályba tartozik. Csak egyes egyedeknek sikerül magukat az uralkodó állományrészbe felküzdeni. Ezek a törzsek azonban annyira utolérlik a többiekét a fejlődésükben, hogy méreteik az egykorú állományrész tipikus ($M \pm \sigma$) méretein belül maradnak és így a korbeli eltérésüknek az egyöntetűség tekintetében semmi jelentősége sincs. Az uralt állományrészben a fenti okból kifolyólag esetleg fennálló nagyobb különbségnek pedig azért nem volt semmi jelentősége, mert egyrészt a nagyobb különbségek a fák kérge alapján szembetűnnek és az ilyen törzsek már a mellmagassági átmérők felvételénél külön kezeltettek, másrészt mert ezek a törzsek a mellékállományba soroztattak, a faállományszerkezeti vizsgálatok pedig a később tárgyalandó okokból kifolyólag csak a főállományra szorítkoztak.

c) *Fafaj*. Néhány állománytól eltekintve, amelyekben egész alárendelt mennyiségben (legtöbbször még a törzsszám 1—2%-át sem haladta meg) más fafaj, úgymint tölgy, nyár, feketedió és mezei juhar is előfordult, a próbaterületek állománya tiszta akác volt.

d) *Állományjóság*. E tekintetben nagy gond fordítottatott arra, hogy csak olyan állományokban jelöltesse ki próbaterületek, amelyek normális fejlődésűeknek voltak tekinthetők. A normalitás fogalma azonban nem jellemezhető számszerűleg és így az mindig az egyéni megítélés bizonytalanságával van megterhelve. Azok az eljárások, amelyeket egyes szerzők e célból javaslatba hoztak, egyrészt mesterkéltek, másrészt egész egyoldalúan egyik vagy másik faállománykarakterisztikumra vannak felépítve. Marad tehát az állomány általános benyomása alapján való szembecslés. Vezető szerepet játszik a normális fejlődés megítélésénél a záródás foka és formája, amellyel mi tulajdonképpen a normalitás legjobb fokmérőjét, a sűrűséget helyettesítjük. Azonban az olyan fényigényes fafajnál mint az akác, a záródás foka rendszerint alatta marad a sűrűségnek, még pedig annál nagyobb mértékben, mennél rosszabb a termőhelyi osztály. A sűrűség teljes, tehát a fejlődés normálisnak tekinthető, nincs fatömeghézag az állományban és a záródás ezzel szemben jóval alatta marad a teljes-

nek. A rossz termőhelyeken pl. 0'4—0'5 záródás mellett is teljes lehet a faállomány sűrűsége és jobb törzs- és koronafejlődést sem várhatunk, mint amit az mutat, úgyhogy az állományt normális fejlődésének kell tekintennünk, jöllehet annak külső formája messze eltér attól a képtől, amit pl. egy jó termőhelyen álló normális fejlődésű állomány mutat. A matematikai statisztikának a módszereit a normalitás és általában az egyöntetűség megítélésénél a később kifejtendő okokból kifolyólag nem alkalmaztam.

e) *Termőhely.* A 96 próbaterület úgy lett kiválasztva, hogy lehetőleg az Alföldön előforduló összes akáctermőhelyek képviselve legyenek a legjobbtól a legrosszabbig. Az egyöntetűségnek e téren is való biztosítása érdekében a próbaállományokat termőhelyi minőségük szerint szűkebb csoportokba foglalni, tehát osztályozni kellett. A faállományszerkezeti vizsgálatokat azután az egy-egy termőhelyi osztályba sorozott állományokra nézve a többi termőhelytől függetlenül hajtottam végre.

A termőhelyi osztályozás leginkább megfelelő módját, a biológiai alapon való termőhelyi osztályozást, nem lehetett alkalmazni. *Fekete Zoltán* idevágó kutatásai¹⁾ arra az eredményre vezettek, hogy az aljnövényzet alapján elkülönített erdőtípusok mint termőhelyi osztályok, az akácállományoknál nem biztosítják a kellő egyöntetűséget a faállomány azon tulajdonságaira nézve, amelyeknek a fejlődési menetét és az egyes korokra vonatkozó átlagos értékét a fatermési táblában megadni akarjuk. *Fekete Zoltán* idevonatkozó vizsgálatai szerint az egyes erdőtípusokhoz tartozó állományok fatömegének és fatömegtenyezőinek az adatai a kor függvényeképp ábrázolva még abban az esetben is nagyon erősen összekeveredtek egymással, ha csak három főtípust különített el. A felvett próbaállományok variációs területe azonban jóval tágabb, semhogy 3 termőhelyi osztály elkülönítése elegendő volna. Hisz pl. a fatömeg a 25—30 éves korban átlagosan 240—280 m³ ingadozást mutat.

A termőhelyi osztályok elkülönítésénél tehát a mechanikus eljárást kellett alkalmaznom. Itt természetesen első kérdés, hogy a faállománynak melyik tulajdonsága alapján különítsük el a termőhelyi osztályokat. Én a faállomány felső magasságát választottam, mert ez függ legkevésbé a kezelési módtól.

A felső magasság (Oberhöhe) meghatározása nem egyöntetű az irodalomban. Egyes szerzők mechanikus osztályozás alapján értelmezték azt és a legvastagabb 50—100 törzs, ill. a *Draudt—Urich* szerint alakított 5 vastagsági osztály legvastagabb osztályának átlagos magasságával vették egyenlőnek a felső magasságot. A helyesen értelmezett felső magasság biológiai karakterisztikum és azon fák átlagos magasságát jelenti, amelyek magassági fejlődésükben nem voltak akadályozva. Ezek a törzsek az ural-

¹⁾ *Fekete Zoltán*: Akác fatermési táblák, Sopron, 1936. 36—40. old.

kodó törzsek. Az uralkodó törzsek aritmetikai átlagos magasságát fogadtam el az állomány felső magasságául.

Hat termőhelyi osztályt különítettett el. A termőhelyi osztályok elkülönítése grafikus úton történt (lásd az 1. sz. ábrát). Az egyes próbaterületek hovatartozandóságát illetőleg csak azoknál az állományoknál merült

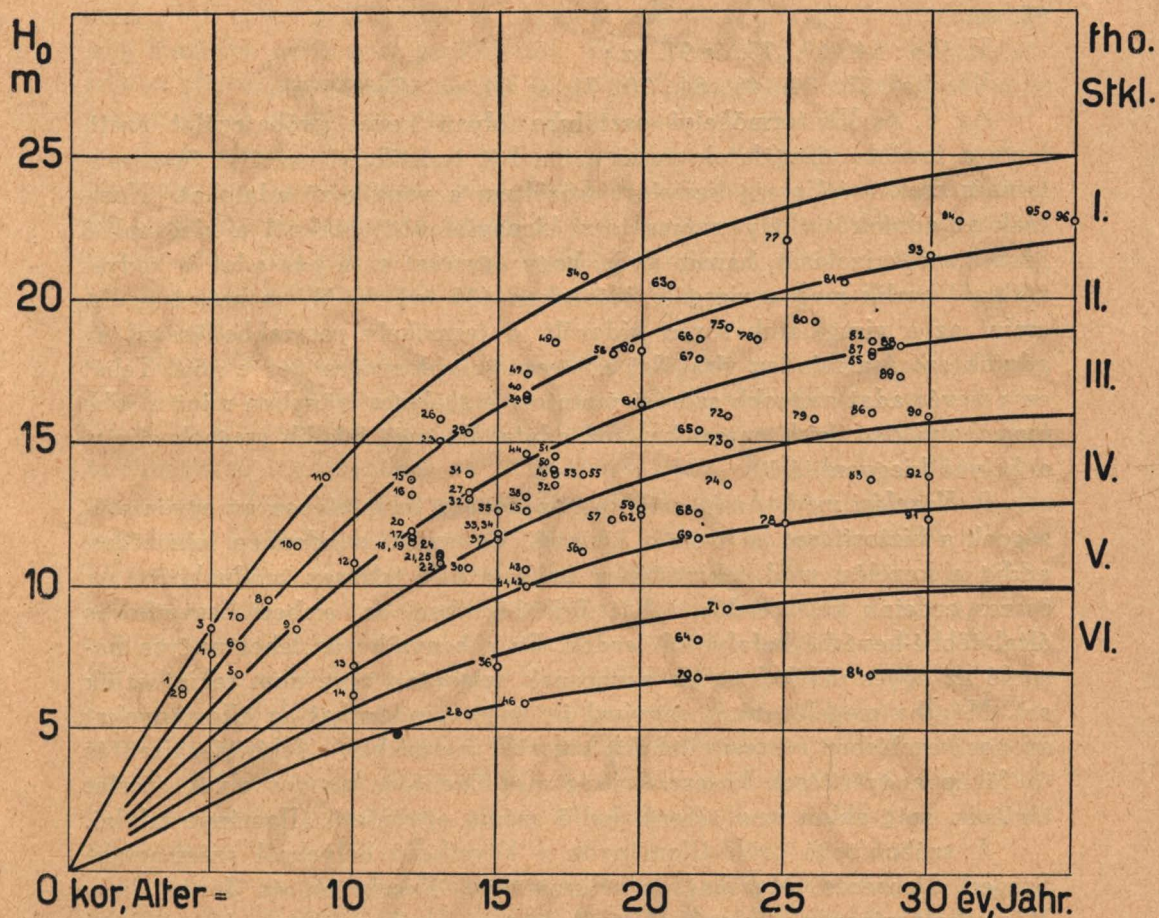


Abb. 1. ábra.

fel kétség, amelyek az egyes termőhelyi osztályokat elválasztó határvonalakra, vagy azoknak közvetlen közelébe estek. Ezeknek a termőhelyi hovatartozandóságát a felső magasságon kívül a törzsszámnak és a fatömegnek a figyelembevételével határoztam meg. A 96 próbaterület a felső magasság alapján a következőképp oszlott meg az egyes termőhelyi osztályok között:

I. tho.: 1., 2., 3., 4., 7., 8., 10., 11., 23., 26., 47., 49., 54., 63., 77., 93., 94., 95. és 96. sz.;

II. tho.: 5., 6., 12., 15., 16., 20., 29., 31., 39., 40., 44., 58., 60., 61., 66., 67., 75., 76., 80., 81. és 82. sz.;

III. tho.: 9., 17., 18., 19., 21., 22., 24., 25., 27., 32., 33., 34., 35., 38., 45., 48., 50., 51., 52., 53., 55., 65., 72., 73., 79., 85., 86., 87., 88., 89. és 90. sz.;

IV. tho.: 13., 30., 37., 41., 42., 43., 56., 57., 59., 62., 68., 74., 83. és 92. sz.;

V. tho.: 14., 69., 78. és 91. sz.;

VI. tho.: 28., 36., 46., 64., 70., 71. és 84. sz. állományok.

Az V. és VI. termőhelyi osztályba olyan kevés próbaterület esett, hogy a további vizsgálatok során ezt a két termőhelyi osztályt összevontam és csak a teljesség kedvéért közöltem a vonatkozó adatokat. Nemcsak az adatok csekély száma teszi bizonytalanná ezeknél a kiegyenlítő görbék megrajzolását, hanem az is, hogy egyrészt ez a pár adat is kedvezőtlenül oszlik meg a vizsgált időszakon (35 év) belül, másrészt pedig, amint az a vizsgálatok során kiderült, a termőhely rosszabbodásával az adatok szórása minden vizsgálat alá vont tulajdonságra nézve nőtt. Tehát ez a kevés adat nagyobb szórást mutatott függőleges irányban mint a jobb termőhelyi osztályok nagyobb számú adata. Ez még inkább megnehezítette a helyes kiegyenlítést.

f) *Kezelési mód.* Amíg a többi tulajdonság tekintetében az egyöntetűségnek a biztosítása, ha nem is könnyű, de azért mindenkép lehetséges, addig a kezelési mód tekintetében ez nem állt teljesen módunkban. Az összes erdeink kultúrerdők, tehát fejlődésükben az emberi beavatkozás által többé-kevésbé befolyásolt erdők. Ez a beavatkozás lehet nagyon hasonló az egyes vidékeken, de azonosnak szigorúan véve nem tekinthetjük azt. Még ha megelégszünk annyival is, hogy mindazokat az állományokat azonos kezelésben részesítetteknek vesszük, melyekben a felújítás, tisztítás és főképp a gyéritések keresztülvitele megközelítően azonos elvek szerint történik, még akkor sem sikerül kellő számú egyöntetű állományt találni.

A szóbanforgó próbaállományok a következő helyekről származtak: Szeged, Debrecen, Mezőhegyes, Pusztavacs, Kecskemét és Jánoshalma. Már a helyszínen megállapítható volt, hogy a kecskeméti és a jánoshalmi állományok rendszerezesebben és erősebben voltak gyéritve mint a többiek. Ennél többet a helyszínen nem lehetett megállapítani.

A kezelési mód egyébként azonos körülmények között elsősorban a törzsszámban és azután a fatömegben érezteti a hatását. A különböző vidékekről származó próbaterületek között e tekintetben esetleg fennálló alapvető eltérések kimutatása céljából felraktam az egy termőhelyi osztályba tartozó próbaállományok 1 ha-ra átszámított gyérités előtti törzsszámát és az azonos vidékről valókat egy törtvonallal kötöttem össze. Az

így nyert poligonvonalak egymásfeletti elhelyezkedéséből nyilvánvalóan kintűnt, hogy ugyanazon termőhelyi osztályon belül Pusztavacs—Mezőhegyes a magas, Szeged—Debrecen a közepes és Jánoshalma—Kecskemét az alacsony törzsszámot képviseli. Ezt a különbséget, miután azonos termőhelyi osztályokon belül jelentkezett, a kezelési módnak tudhatjuk be.

De ettől eltekintve, még az egy vidékről kikerült állományok sem voltak egyöntetűek, mert voltak közöttük olyanok, amelyek közvetlen a felvétel előtti évben gyérítettettek és olyanok, melyek már vagy 5—10 éve, vagy még hosszabb ideje nem gyérítettettek. Ez a különbség nagyon jól meglát-szik az általunk mellékállományul kijelölt állományrész törzsszámán, mely a fenti okból kifolyólag igen nagy ingadozásokat mutatott.

Ezen okból kifolyólag a faállományszerkezeti vizsgálatokkal csak a főállományra szorítkoztam, mert feltehető volt, hogy a próbaterületeknek általunk történt egyöntetű áterdölésével ezeket az eltéréseket megszüntettük, vagy legalább is erősen lecsökkentettük. A következőkben tehát, ha csak más külön megjelölés nincs, mindig a visszamaradó faállományról van szó.

Az egyöntetűségnek ezen túlmenő biztosítása a törzsszám és fatömeg alapján történt. Felraktam termőhelyi osztályonként elkülönítve a próbaállományok törzsszám-, ill. összesfaadatait — természetesen a visszamaradó faállományra vonatkozókat — és megvizsgáltam, hogy mely próbaterületeknek az adatai esnek a szomszédos termőhelyi osztály adatai közé. Ha már most pl. a felső magassága alapján valamely próbaterület minden kétségen kívül a II. tho.-ba tartozott, a törzsszáma, ill. a fatömege azonban az I. vagy a III. termőhelyi osztály adatai közé esett, akkor az állományt, mint a többivel nem egyöntetűt, a további vizsgálatokból kizártam. Ha azonban a kérdéses próbaterület felső magassága a termőhelyi osztályok határvonalára vagy annak közelébe esett — az utóbbi esetben a közelség alatt olyan távolságot értek, amely kisebbnek tekinthető mint a felső magasság középhibája (0'2—0'3 m) — akkor a próbaterület abba a termőhelyi osztályba soroztatott, ahova a fatömege, ill. a törzsszáma alapján tartozott.

Ezen az alapon kiselejteztam a következő hét próbaterületet: 15., 19., 24., 25., 66., 75. és 79. A II. tho.-ból az I.-be került a 39. és 40. sz. állomány, a II.-ból a III.-ba az 5. sz., a III.-ból a II.-ba a 9. sz., a III.-ból a IV.-be a 33. és 34. sz. és végül az V.-ből a IV.-be a 69. sz. állomány. Az állományok végleges termőhelyi megoszlása a következő:

I. tho.: 1., 2., 3., 4., 7., 8., 10., 11., 23., 26., 39., 40., 47., 49., 54., 63., 77., 93., 94., 95. és 96. sz. állományok, összesen 21 drb.

II. tho.: 6., 9., 12., 16., 20., 29., 31., 44., 58., 60., 61., 67., 76., 80., 81. és 82. sz. állományok, összesen 16 drb.

III. tho.: 5., 17., 18., 21., 22., 27., 32., 35., 38., 45., 48., 50., 51., 52., 53., 55., 65., 72., 73., 85., 86., 87., 88., 89. és 90. sz. állományok, összesen 25 drb.

IV. tho.: 13., 30., 33., 34., 37., 41., 42., 43., 56., 57., 59., 62., 68., 69., 74., 83. és 92. sz. állományok, összesen 17 drb.

V—VI. tho.: 14., 28., 36., 46., 64., 70., 71., 78., 84. és 91. sz. állományok, összesen 10 drb.

Az 1. sz. táblázatban az egy vidékről kikerült próbaterületeknek termőhelyi osztályok szerinti megoszlása van feltüntetve. A II. és III. termőhelyi osztályt mindenhol megtaláljuk, ezeknek az elterjedése a legáltalánosabb. Az I. termőhelyi osztály zömét Pusztavacs adja, míg a legrosszabb területek Szeged és Kecskemét határából kerültek ki.

1. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 1.

Származási hely megnevezése	A próbaterületekből az Anzahl der Probebestände in der					Összesen Zusammen
	I.	II.	III.	IV.	V—VI.	
Ort, wovon die Probe- bestände stammen	termőhelyi osztályba esett Standortsklasse					
Pusztavacs	11	3	4	1	—	19
Jánoshalma	4	2	—	—	1	7
Debrecen	3	3	4	—	—	10
Mezőhegyes	2	4	4	2	2	14
Kecskemét	1	2	5	8	3	19
Szeged	—	2	8	6	4	20
Összesen	21	16	25	17	10	89

Az egyöntetűségnek a fentiekben leírt módon túlmenőleg, a matematikai statisztika módszereivel való megvizsgálásától és az állományoknak ez alapon való kiselejtezésétől eltekintettem. Ennek indoklására idézem Lönnroth idevonatkozó megállapítását.¹⁾

„Als theoretisches Kriterium der Zugehörigkeit eines Einzelfalles zur Reihengesamtheit dient ... die aus der Wahrscheinlichkeitslehre abgeleitete Regel, daß, wenn die Variante um weniger als den dreifachen Betrag ihres $\pm$ mittleren Fehlers vom kritisch bestimmten Reihennormalwert abweicht, sie als zum natürlichen Variationsgebiet der fraglichen Reihe gehörig betrachtet werden kann, wenn sie nämlich gleichzeitig auch die anderen eventuell in Frage kommenden Homogenitätsforderungen erfüllt, sonst nicht.

¹⁾ Lönnroth: Ugyanott 147. és 149. old.

Der Vermutung, daß speziell Waldbestandsreihen mit einer derartigen allgemeinen, auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung gegründeten theoretischen Homogenitätsdefinition im Einklang ständen, verleihen wenigstens die bisherigen Untersuchungen keine besondere Stütze.

Die Beispiele zeigen, daß es in der Praxis sehr schwer ist, so große Ansprüche an die Homogenität zu stellen, wie die Wahrscheinlichkeitstheorie erfordert. Das Verfahren führt entweder zu bedeutender Materialausscheidung und Materialzersplitterung (*Cajanus*), oder auch zu weniger strenger Anwendung des Kriteriums (*Ilvessalo*). Das Waldbestandesmaterial scheint in allzu vieler Hinsicht variabel zu sein, als daß man ihm die Regel der mathematischen Homogenität streng aufzwingen könnte."

A rendelkezésre álló anyag az adott körülmények között a lehető leg-homogénebb és ha a matematikai homogenitás szigorú mértékének nem is felel meg, ez nem ok arra, hogy ne tartsuk alkalmas alapanyagnak a fa-állományszerkezeti kutatások céljára.

A végzett faállományszerkezeti kutatások két irányúak voltak. Első-sorban az egyes törzssztyályoknak az egész faállomány fejlődésében való szerepét, továbbá ezen törzssztyályok fatömegtényezőinek egymáshoz való viszonyát és időbeli fejlődését vizsgáltam. Ezenkívül azt is vizsgálat tár-gyává tettem, hogy az egyes fatömegtényezők között milyen kapcsolatok állnak fenn a faállomány biológiai szerkezetétől függetlenül, már ameny-nyre az utóbbit a rendelkezésemre álló anyag lehetővé tette.

5. A törzsszám.

A törzsszámra vonatkozó, 1 ha-ra átszámított adatokat a 2. sz. táb-lázat foglalja magába. Jóllehet a vizsgálatok, amint említettem, csak a fő-állomány elemzését célozzák, egyes esetekben mégis jónak látszott tájé-koztató összehasonlítás végett a vizsgálatokat a fő + mellékállományra is kiterjeszteni. Ez az eset áll fenn a törzsszámnál is és ezért van a vonat-kozó táblázatban mind a gyérítés előtti, mind a gyérítés utáni állapot fel-tüntetve. Abszolút értékben csak az összes törzsszámot adtam meg, míg az egyes törzssztyályokét csak az összes törzsszám %-ában.

A gyérítés előtti és utáni adatok összehasonlításából kitűnik, hogy a mellékállomány az alacsony áterdőlés elvei szerint jelöltetett ki. A bele-vágás erősségét az egész törzsszám változása, annak mineműségét pedig az egyes törzssztyályok relatív törzsszámának a változása mutatja. Nem állíthatom, hogy a belevágás mértéke azonos volt. Ennek oka azonban abban keresendő, hogy — amint már említettem — egyes állományok közvet-len a felvételt megelőző években gyérítették, míg mások már jóval ré-gebben, és ennek megfelelően kellett azután nekünk is kevesebbet, ill. többet kiszednünk.

2. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 2.

A próbailomány száma Nummer des Probebestandes			Kor Alter		Gyérítés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforst.	Az				A próbailomány száma Nummer des Probebestandes			Kor Alter		Gyérítés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforst.	Az								
						Relative Stammzahl der										Relative Stammzahl der								
						1.	2.	3.	4.							1.	2.	3.	4.					
						törzssosztály Etage										törzssosztály Etage								
						relativ törzsszáma										relativ törzsszáma								
év Jahr			darab Stück			‰			év Jahr			darab Stück			‰									
I. termőhelyi osztály.																	93	30	e	1071	41·1	15·6	14·8	28·5
I. Standortsklasse.																	94	31	e	834	42·2	21·8	14·5	21·5
1	4	e*)	9810	29·0	15·4	15·2	40·4	u	4850	54·9	25·5	16·9	2·7	u	564	61·9	28·6	8·5	1·0					
2	4	e	4420	37·6	18·4	15·3	28·7	u	3619	44·9	21·9	16·9	16·3	e	752	41·7	17·5	12·5	28·3					
3	5	e	6512	33·6	12·5	14·0	38·9	u	3849	55·2	19·8	15·6	9·4	u	549	56·5	24·0	14·2	5·3					
4	5	e	3494	38·1	24·1	21·8	16·0	u	3043	43·3	27·1	22·2	7·4	e	756	56·2	17·1	7·1	19·6					
7	6	e	2555	40·3	18·6	14·2	26·0	u	1786	57·7	26·6	14·7	1·0	u	614	69·2	20·9	7·7	2·2					
8	7	e	2875	43·4	22·7	14·1	19·8	u	2169	57·3	27·9	15·2	1·6	II. termőhelyi osztály.										
10	8	e	1700	53·0	18·7	17·8	10·5	u	1413	63·2	20·9	14·8	1·1	II. Standortsklasse.										
11	9	e	2632	41·8	16·7	17·6	23·9	u	1920	56·7	21·2	17·9	4·2	6	6	e	2817	57·3	23·8	13·1	5·8			
23	13	e	1754	36·7	20·7	18·1	24·5	u	1233	51·1	26·2	18·4	4·3	9	8	e	3044	39·4	24·6	18·5	17·5			
26	13	e	2479	27·5	16·5	14·4	41·6	u	1209	53·8	29·3	15·1	1·8	12	10	e	2288	49·5	26·9	18·9	4·7			
39	16	e	2567	27·1	15·1	12·7	45·1	u	1164	59·1	28·4	10·8	1·7	16	12	e	5570	21·2	10·2	14·5	54·1			
40	16	e	2146	39·7	13·5	13·6	33·2	u	1422	59·9	18·2	16·2	5·7	20	12	e	1756	58·0	22·8	16·7	2·5			
47	16	e	900	54·1	27·6	11·8	6·8	u	790	61·2	29·4	9·4	—	29	14	e	3205	25·9	14·1	15·7	44·3			
49	17	e	2126	32·8	13·5	13·6	40·1	u	1016	66·6	24·2	8·8	0·4	31	14	e	1620	50·9	26·9	19·0	3·1			
54	18	e	1230	39·2	16·6	16·2	28·0	u	671	69·6	23·3	7·1	—	44	16	e	3183	25·4	18·1	15·7	40·8			
63	21	e	1612	27·4	15·4	13·4	43·8	u	702	61·8	28·0	8·4	1·8	58	19	e	1785	45·1	30·8	17·4	6·7			
77	25	e	903	41·9	21·0	16·0	21·1	u	655	57·5	26·5	13·2	2·8	60	20	e	1892	28·4	20·4	18·9	32·3			
		u												61	20	e	1207	53·0	33·7	12·7	0·6			
														76	24	e	2500	31·8	13·2	15·7	39·3			
																u	1441	54·0	20·8	19·9	5·3			
																e	1938	34·0	21·6	15·6	29·8			
																u	1244	51·3	32·5	15·5	0·7			
																e	1495	49·3	18·1	16·7	15·9			
																u	1200	61·4	22·2	15·3	1·1			
																e	1584	39·1	19·7	14·9	26·3			
																u	1031	58·5	28·5	13·0	—			
																e	1157	42·6	26·9	19·8	10·7			
																u	996	49·3	31·0	18·1	1·6			
																e	1488	39·5	16·8	15·4	28·3			
																u	1064	53·8	22·7	17·0	6·5			
																e	1656	37·7	18·4	17·3	26·6			
																u	1070	57·0	25·8	15·4	1·8			

*) e = vor der Durchforstung, u = nach der Durchforstung.

*) e = vor der Durchforstung, u = nach der Durchforstung.

2. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 2.

A próbaállomány száma Nummer des Probestandes				Az Relative Stammzahl der				A próbaállomány száma Nummer des Probestandes				Az Relative Stammzahl der			
Kor Alter				1. 2. 3. 4.				Kor Alter				1. 2. 3. 4.			
Gyértés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforst.				törzsszótály Etage				Gyértés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforst.				törzsszótály Etage			
Törzsszám 1 ha-on Stammzahl auf 1 ha.				relativ törzsszáma				Törzsszám 1 ha-on Stammzahl auf 1 ha.				relativ törzsszáma			
év Jahr				%				év Jahr				%			
80	26	e u	768 683	52·8 59·3	28·0 31·1	13·7 9·2	5·5 0·4	53	18	e u	2841 1718	34·4 56·4	17·3 27·8	13·4 12·6	34·9 3·2
81	27	e u	535 492	55·2 59·9	28·0 30·4	13·5 9·1	3·3 0·6	55	18	e u	1750 1308	43·1 57·7	20·0 25·8	13·6 14·7	23·3 1·8
82	28	e u	996 800	41·6 51·8	28·0 33·9	20·4 14·3	10·0 —	65	22	e u	1518 1060	40·9 57·7	20·3 28·6	13·5 12·2	25·3 1·5
III. termőhelyi osztály. III. Standortsklasse.								72	23	e u	2055 1275	35·4 56·9	14·0 21·6	14·6 18·2	36·0 3·3
5	6	e u	3293 3130	52·6 54·3	25·2 26·5	17·6 16·6	4·6 2·6	73	23	e u	1376 1086	46·1 58·4	23·0 28·2	15·2 12·4	15·7 1·0
17	12	e u	3333 1846	26·8 47·5	18·3 30·7	15·3 18·2	39·6 3·6	85	28	e u	1197 856	42·6 58·6	21·3 28·8	18·9 11·1	17·2 1·5
18	12	e u	3220 1740	26·5 46·9	19·4 33·1	14·9 15·4	39·2 4·6	86	28	e u	1637 917	36·2 61·3	16·5 26·4	19·8 12·3	27·5 —
21	13	e u	2968 1575	28·0 51·7	22·0 36·2	17·7 11·1	32·3 1·0	87	28	e u	2166 902	25·9 61·6	14·6 29·3	12·7 9·1	47·8 —
22	13	e u	2983 1886	32·2 50·7	20·3 29·1	15·4 15·0	32·1 5·2	88	29	e u	1725 900	31·7 60·2	18·9 33·3	17·1 6·5	32·3 —
27	14	e u	2714 1306	24·7 51·4	21·3 42·3	14·8 4·6	39·2 1·7	89	29	e u	1364 753	34·4 60·8	22·5 33·9	18·9 4·7	24·2 0·6
32	14	e u	2515 1755	35·4 50·7	21·9 30·2	17·7 15·4	25·0 3·7	90	30	e u	1233 851	28·3 40·5	26·5 36·8	20·0 20·1	25·2 2·6
35	15	e u	1717 1616	49·9 53·0	27·0 28·2	13·2 13·4	9·9 5·4	IV. termőhelyi osztály. IV. Standortsklasse.							
38	16	e u	1733 1270	49·0 65·9	18·8 23·9	13·1 10·0	19·1 0·2	13	10	e u	1700 1413	53·0 63·2	18·7 20·9	17·8 14·8	10·5 1·1
45	16	e u	1224 1089	47·7 53·5	29·7 31·6	16·7 13·5	5·9 1·4	30	14	e u	2976 1608	27·3 50·7	20·2 36·9	14·4 10·2	38·1 2·2
48	17	e u	2539 1130	26·5 59·2	17·2 33·6	10·1 6·7	46·2 0·5	33	15	e u	3160 1762	24·1 43·3	24·7 43·3	22·9 12·4	28·3 1·0
50	17	e u	1956 1391	36·4 51·2	15·7 21·3	14·7 16·8	33·2 10·7	34	15	e u	4770 1996	22·2 58·5	9·7 25·0	9·8 14·6	58·3 1·9
51	17	e u	3855 1860	25·4 52·7	11·4 22·6	12·3 19·4	50·9 5·3	37	15	e u	2050 1730	47·1 56·1	25·4 28·5	17·8 13·4	9·7 2·0
52	17	e u	1940 1508	40·0 51·2	22·1 28·1	16·9 17·8	21·0 2·9	41	16	e u	1970 1737	40·6 45·3	27·2 30·1	21·1 20·5	11·1 4·1

2. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 2.

A próbállomány száma Nummer des Probestandes				Kor Alter		Gyérítés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforst.		Törzszám 1 ha-on Stammzahl auf 1 ha		Az Relative Stammzahl der				A próbállomány száma Nummer des Probestandes		Kor Alter		Gyérítés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforst.		Törzszám 1 ha-on Stammzahl auf 1 ha		Az Relative Stammzahl der			
				év Jahr				darab Stück		1. 2. 3. 4.						év Jahr				darab Stück		1. 2. 3. 4.			
										törzsszintély Etagé												törzsszintély Etagé			
										relatív törzsszáma												relatív törzsszáma			
										%												%			
V. és VI. termőhelyi osztály. V. und VI. Standortsklasse.																									
42	16	e	2057	36'6	23'0	17'2	23'2	14	10	e	4200	30'3	16'9	16'9	35'9	28	14	e	3968	11'5	11'5	16'7	60'3		
		u	1530	48'8	30'3	17'9	3'0			u	3090	41'2	21'8	21'0	16'0			u	3968	11'5	11'5	16'7	60'3		
43	16	e	1301	48'0	31'9	17'5	2'6	36	15	e	3220	31'4	15'2	19'3	34'1	70	22	e	1750	45'3	20'7	12'5	21'5		
		u	1270	49'0	32'4	16'4	2'2			u	1990	49'3	20'1	17'6	13'0			u	1468	53'2	22'1	11'5	13'2		
56	18	e	1660	43'0	20'1	15'8	21'1	46	16	e	1074	34'9	24'4	21'7	19'0	71	23	e	2930	42'4	22'0	12'2	23'4		
		u	1300	54'6	24'9	17'4	3'1			u	1008	36'4	24'8	22'3	16'5			u	1855	64'0	27'9	7'1	11'9		
57	19	e	2625	25'7	21'1	20'8	32'4	64	22	e	1513	32'6	23'6	22'5	21'3	78	25	e	1848	34'8	21'4	18'2	25'6		
		u	1470	45'9	37'1	15'6	1'4			u	1198	39'0	24'8	19'2	17'0			u	1340	48'1	28'4	20'0	3'5		
59	20	e	22'8	28'5	23'1	20'7	27'7	84	28	e	1680	26'2	19'7	19'1	35'0	91	30	e	1398	29'6	23'6	23'0	23'8		
		u	1450	42'3	34'9	21'8	1'0			u	963	31'1	16'7	15'5	36'7			u	1008	40'8	30'2	22'8	6'2		
62	20	e	1457	39'8	22'0	13'6	24'6																		
		u	1052	55'2	30'0	11'7	3'1																		
68	22	e	1500	44'7	20'6	18'3	16'4																		
		u	1446	46'4	21'3	17'9	14'4																		
69	22	e	1687	48'5	26'7	15'5	9'3																		
		u	1431	56'3	28'4	15'3	—																		
74	23	e	1000	49'4	28'3	15'0	7'3																		
		u	900	55'0	31'5	13'0	0'5																		
83	28	e	1232	36'9	33'4	21'0	8'7																		
		u	1036	44'0	37'9	18'1	—																		
92	30	e	1600	36'2	27'4	21'5	14'9																		
		u	1122	51'5	33'2	14'8	0'5																		

Az egyes termőhelyi osztályok törzsszámának a korról való változását a 2. sz. ábra tünteti fel.¹⁾ Ezek a görbék a szokott hiperbolikus futást mutatják, vagyis a törzsszám a kor növekedésével csökken. Ez a törzsszámcsökkenés az állományt alkotó egyedek létért való küzdelmének a legélesebb kifejezője. Mennél erősebb tehát ez a törzsszámcsökkenés, annál élesebb a küzdelem. Eszerint tehát az állomány fiatal korában a legerősebb az, mert úgy az abszolút mint a relatív törzsszámcsökkenés ebben a korban a legnagyobb és a későbbi korokban csökken (lásd 3. sz. táblázatot).

¹⁾ Az egyes termőhelyi osztályokra itt megadott jelölés általános a többi grafikonban is, úgyhogy azokból a jelmagyarázatot elhagytam.

Az egyes termőhelyi osztályok törzsszámának különbségei között nem lehet törvényszerűséget fellelni. A II. és III. között nagyobb a különbség, mint a II. és I., ill. a III. és IV. között. Egészen kivág az V—VI. tho. görbéje, amelynek a megrajzolása az adatok kevés száma és nagy szórása miatt csak a többi görbe analógiájára történt.

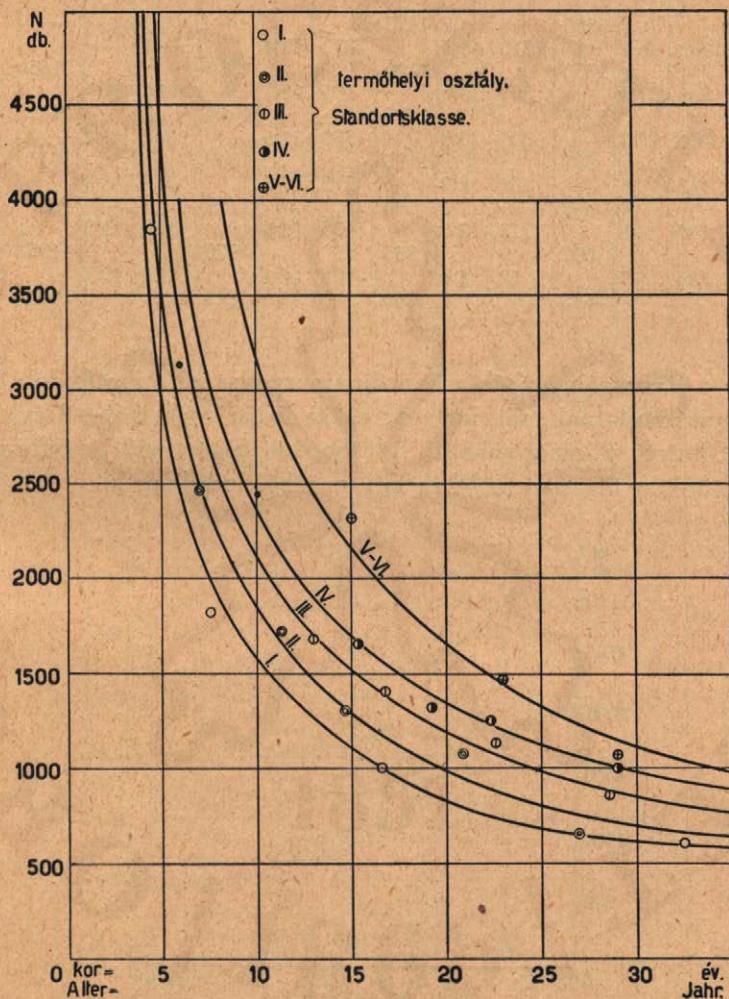


Abb. 2. ábra.

A vizsgált időszakon belül ugyanazon korban a termőhely rosszabbodásával a törzsszám emelkedik. Ez egy általánosan ismert törvényszerűség. Azonban a vizsgált korhatárokon túl már nem mindig ez a helyzet. Mivel nem kézenfekvő, hogy a rossz termőhelyen a kihasználást követő évben több sarj keletkezzék, mint a jó termőhelyen, azért valószínűnek lát-

3. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 3.

Kor — Alter	I. termőhelyi oszt. Standortsklasse				II. termőhelyi oszt. Standortsklasse				III. termőhelyi oszt. Standortsklasse				IV. termőhelyi oszt. Standortsklasse				V-VI. termőhelyi o. Standortsklasse			
	N		Δ_N		N		Δ_N		N		Δ_N		N		Δ_N		N		Δ_N	
	db.	—	Stück	‰	db.	—	Stück	‰	db.	—	Stück	‰	db.	—	Stück	‰	db.	—	Stück	‰
5	2995				3560				4450				—				—			
10	1615	1380	46.1		1850	1710	48.0		2120	2330	52.4		2370	—	—		3165	—	—	
15	1110	505	31.3		1295	555	30.0		1525	595	28.1		1710	660	27.9		2185	980	31.0	
20	840	270	24.3		987	308	23.8		1195	330	21.6		1349	361	21.1		1675	510	23.3	
25	692	148	17.6		807	180	18.2		990	205	17.2		1129	220	16.3		1350	325	19.4	
30	617	75	10.8		697	110	13.6		855	135	13.6		979	150	13.3		1135	215	15.9	
35	582	35	5.7		635	62	8.9		760	95	11.1		874	105	10.7		992	143	12.6	

szik, hogy a törzsszámgörbék a koordináta rendszer 0 pontja felé bizonyos konvergenciát mutatnak, sőt, hogy az egész fiatal korban (1—3 év) egymást metszik. Ültetett állományoknál, ha tho.-tól függetlenül egyforma hálózatba ültetünk, a törzsszámgörbék egy pontból indulnak ki.

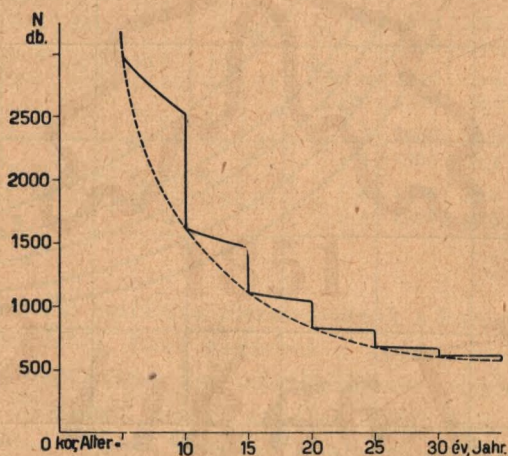


Abb. „γ” ábra.

A törzsszámgörbék ezen konvergenciájának meg kell lennie a másik szélsőség felé is. Valószínű ugyanis, hogy a rosszabb termőhelyen, hamarabb pusztul ki az egész állomány mint a jobb termőhelyen. A törzsszámgörbék sorrendjének tehát egy bizonyos kortól kezdve fel kell cserélődni: a legrosszabb termőhelyé kerül legalulra és a legjobbba legfelülre. Ez a je-

lenség a legtöbb esetben azonban csak olyan magas korban lépne fel, amely messze túlhaladja az akácnál szóbjöhető legmagasabb vágásfordulót. A nagyon rossz termőhelyeken azonban már jóval korábban fellép ez a konvergencia; az ábrából is látható, hogy az V–VI. tho. görbéjének a többi-

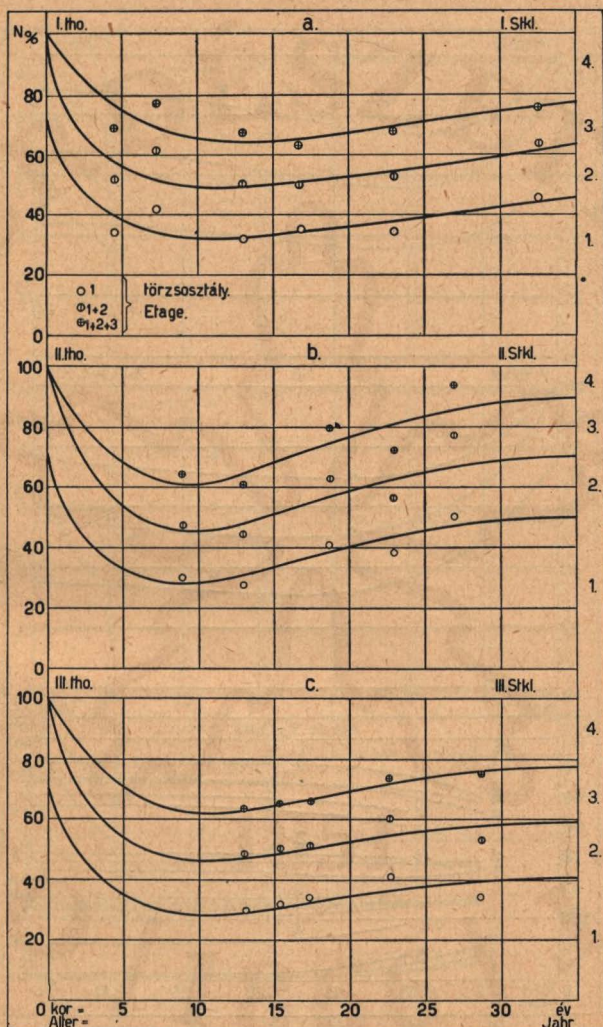


Abb. 3a–3c. ábra.

hez való konvergenciája a legnagyobb. Kisebb-nagyobb mértékben a többinél is fellelhető az.

A természetes fejlődésű állományok törzsszámgörbéjének a futása síma, zökkenésmentes, mert a törzseknek az állományból való kiválása fokozatosan történik. A kultúrerdőben ez másképp van. Itt nem várjuk be míg

a fa elhal és magától kidől a sorból, hanem a gyérítéssel idejekorán kiszedjük nemcsak ezeket a már a természettől is halálra ítélt egyedeket, hanem azokat is, amelyeket valamely más oknál fogva nem érdemes tovább fenntartani. Ennek következtében a törzsszám minden egyes gyéri-

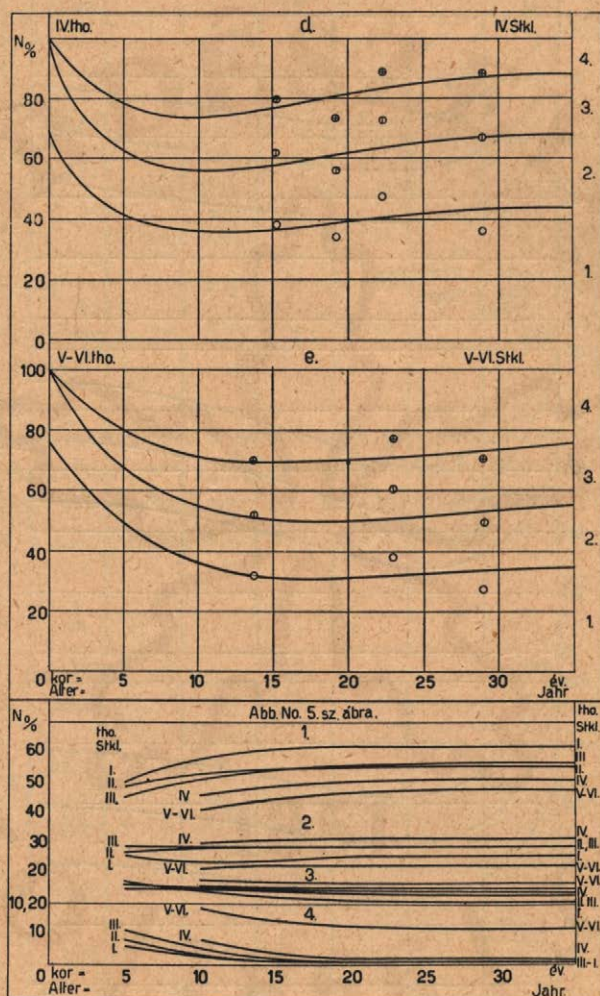


Abb. 3d—3e., 5. ábra.

téskor hirtelen csökken. Viszont két egymást követő gyérítés között, különösen ha rövidebb időszakokint rendszeresen gyérítünk, a természetes törzsszámadadás csak nagyon jelentéktelen vagy semmi. A törzsszámgörbe tehát lépcsős lesz (lásd a „γ” jelzésű ábrát).

Ebben az ábrában a lépcsős poligon a visszamaradó állomány tény-

leges törzsszámgörbéje, a szaggatott vonallal kihúzott görbe annak közönségesen értelmezett törzsszámgörbéje.

Az egyes törzssosztályok átlagos relatív törzsszámát és annak a korral való változását a 3a—3e. és a 4a—4e. ábrák tüntetik fel. A 3a—3e. szá-

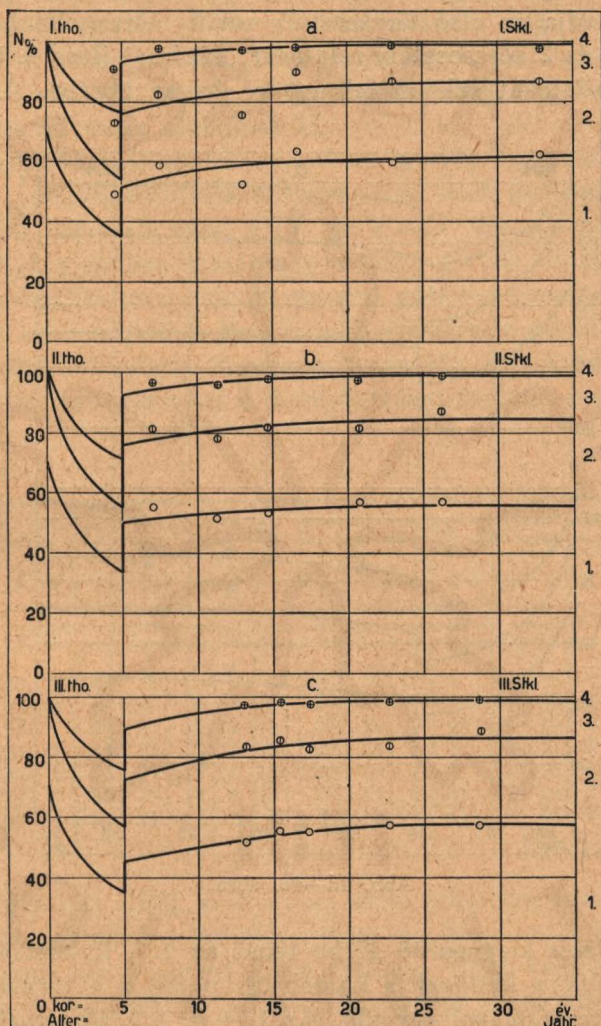


Abb. 4a—4c. ábra.

múak a gyérítés előtti, a 4a—4e. számúak a gyérítés utáni állapotra vonatkoznak.

A gyérítés előtti állapotra vonatkozó görbék megrajzolásánál kihagytam mindazokat az állományokat, amelyekre nézve kétségtelen volt, hogy azok közvetlen a felvételt megelőző években gyérítették. Ezek voltak:

I. tho.-ban a 11. és 47. sz., a II. tho.-ban a 6. sz., a III. tho.-ban az 5., 35. és 45. sz. állományok.

Az ábrákat a következőkép szerkesztettem. Először az első törzssosztály adatait raktam fel és egyenlítőtettem ki. Ez a kiegyenlítő görbe az ábrában a legalsó, tehát ezen görbe és az abszcissa tengely közé eső rész adja az első törzssosztály r latív törzsszámát. Azután összeadtam az 1. és 2. törzssosztály relatív r számát (lásd 2. táblázatot) és az így nyert adatokat raktam fel úgy is, mint az ábrába. Az ezeken ke-

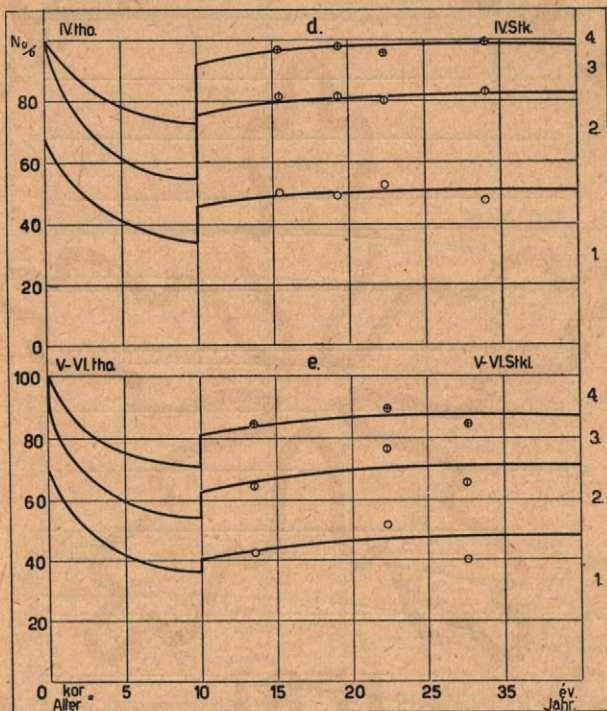


Abb. 4d—4e. ábra.

resztül megrajzolt kiegyenlítő görbe tehát az 1. + 2. törzssosztály relatív törzsszámát adja, a kettőnek a különbsége pedig a 2. törzssosztály kisimított relatív törzsszámával egyenlő. Az 1. + 2. + 3. törzssosztály kisimított relatív törzsszámát a harmadik görbe adja, ennek és a 2. görbének a különbsége egyenlő a 3. törzssosztály relatív törzsszámával. A 4. törzssosztály relatív törzsszámaait megkapjuk, ha 100-ból a 3. görbe adatait sorban levonjuk.

A görbék kiindulási pontját azon feltevés alapján határoztam meg, hogy a faállomány egyedei között már a keletkezésük pillanatában bizonyos eltérések állnak fenn. Ez kézenfekvőbb feltevés, mint az, hogy azok

a keletkezésükkor a fejlődési lehetőségek tekintetében egyenrangúak, tehát hogy mind uralkodó egyedek. Az utóbbi feltevés esetén mind a három görbe az ordináta tengely 100-as pontjából indulna ki. A másik feltevésnél, amely biológiailag helyesebb, nyitva marad az a kérdés, hogy a keletkezett egyedek hogy oszlanak meg az egyes törzssztyályok között. Tájékozódásul elfogadtam *Lönnroth* kiindulását,¹⁾ hogy t. i. a csemeték kb. 2/3 része uralkodó jellegű, 1/3-a pedig együtturalkodó. A keletkezés után közvetlen sem a 3., sem a 4. törzssztyály még nincs képviselve, azok csak a fejlődés folyamán alakulnak ki.

A gyérités utáni állapotra vonatkozó görbék megrajzolásánál alkalmazkodva a rendelkezésre álló adatokhoz, az első gyérités időpontját az első három tho.-nál az 5. évre, a IV. és V—VI. tho.-nál pedig a 10. évre tettem. Ennek megfelelően azután a vonatkozó görbék eddig a korig a gyérités előtti görbékkel azonosak, itt az első gyérités következtében hirtelen felugranak és ettől az időtől kezdve a visszamaradó állomány törzssztyályainak kiegyenlített relatív törzssztyámát tüntetik fel. A főállományra vonatkozó kiegyenlített adatokat a 4. sz. táblázat foglalja magába.

4. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 4.

Kor — Alter Év Jahr	I. termőhelyi oszt. Standortsklasse				II. termőhelyi oszt. Standortsklasse				III. termőhelyi oszt. Standortsklasse				IV. termőhelyi oszt. Standortsklasse				V.-VI. termőhelyi o. Standortsklasse			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	törzssztyálás relatív törzssztyáma (%) — Relative Stammzahl der einzelnen Etagen (%)																			
5	50	26	18	6	49	27	16	8	45	29	15	11	—	—	—	—	—	—	—	—
10	58	24	15	3	53	28	16	3	51	29	14	6	46	30	16	8	41	22	18	19
15	61	25	13	1	54	29	15	2	54	29	15	2	49	31	16	4	44	23	18	15
20	61	27	11	1	55	29	15	1	56	29	14	1	50	31	17	2	47	23	17	13
25	62	26	11	1	56	29	15	1	56	30	13	1	51	31	16	2	47	24	17	12
30	62	26	11	1	56	29	14	1	57	29	13	1	51	32	15	2	48	23	17	12
35	62	26	11	1	56	29	14	1	57	29	13	1	51	32	15	2	48	23	17	12

Akár a gyérités előtti, akár az az utáni állapotra vonatkozó görbéket vizsgáljuk, mindegyiknél általános jelenség, hogy az 1. törzssztyály relatív törzssztyáma egy bizonyos korig csökken, attól kezdve azután emelkedik, míg a 4. törzssztyály relatív törzssztyáma ezzel ellentétben eleinte nő, azután csökken és ahol az 1. törzssztyály a minimumát éri el, ott a 4. törzssztyály relatív törzssztyáma delel. A 3. törzssztyály relatív törzssztyáma a gyéritetlen állományoknál eleinte nő, de csakhamar eléri a maximumát és attól kezdve jóformán nem változik, míg a 2. törzssztyály már kezdetől fogva nagy állandóságot mutat. A visszamaradó állománynál szintén ez a két törzssztyály a legállandóbb.

¹⁾ Ugyanott 158. old. 1. sz. talpjegyzet.

A törzsszotyályok relatív törzsszámának változása a legszorosabb összefüggésben áll a faállomány fejlődésével és az ezzel kapcsolatos küzdelemmel. A kezdeti állapotban a 3. és 4. törzsszotyály még nincs képviselve. Ezek nem az esetleg később keletkezett törzsekből alakulnak ki, hanem az uralkodó állományrész törzsei között megindult küzdelemben elesett egyedeiből tevődnek össze. A küzdelem a fiatal korban a leghevesebb, ebben a korban kell tehát a 3. és 4. törzsszotyály törzsszámának is legjobban szaporodnia az uralkodó törzsszotyálybeli törzsek kiválása következtében. Ez természetesen maga után vonja az első törzsszotyály relatív törzsszámának a csökkenését. Az a jelenség, hogy csak az első törzsszotyály relatív törzsszáma csökken, azt jelenti, hogy a létért való küzdelem lényegileg az első törzsszotyály törzsei között folyik le és amely törzs ebben a küzdelemben alul maradt, az már fokozatosan halad az állományból való kiválás felé.¹⁾ A törzsek zöme tehát a következő utat teszi meg: az uralkodó törzsek közül lemegy az együtturalkodók közé, onnan tovább a visszamaradó, majd az elnyomott törzsek közé s végül elpusztul.

A fiatal korban a küzdelem az állomány uralkodó törzsei között sokkal intenzívebb, semhogy a 4. törzsszotyály törzseinek a halálozás következtében beálló apadása ellensúlyozni tudná a magasabb törzsszotyályokból lemaradó törzsek által okozott szaporodást. Az első törzsszotyály relatív törzsszámának a csökkenése azonban hamarosan megáll, mégpedig a jobb tho.-on előbb mint a rosszabbon. Körülbelül a 10—15 éves kor körül éri el a mélypontját és ettől kezdve nő az. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a fejlődés megállt és a küzdelem a faállomány egyedei között megszűnt. Az első törzsszotyály relatív törzsszámának az emelkedése a magassági növekedéssel van szoros összefüggésben. Ebben a korban az első leghevesebb harc, amely függőleges irányban a faállomány egyedeinek a magasságai között folyt le, már legnagyobb részét le van zárva, a faállomány magassági növekedése a kezdetinek a felére vagy már az alá csökkent (lásd 9. sz. ábrát). A harc súlypontja a függőleges irányból a vízszintesre tevődik át és az uralkodó állományrész törzseinek koronái között folytatódik az. Ez azonban sokkal lassabb ütemű az előbbinél és ennek következtében a kiválasztódás is lassúbbá válik. Az első törzsszotyály abszolút törzsszáma most is csökken, azonban ez a csökkenés viszonylag kisebb mint az összes törzsszámnak az elhalálozás következtében beálló csökkenése, emiatt tehát az első törzsszotyály relatív törzsszáma emelkedik. A 4. törzsszotyály relatív törzsszámának pedig természetesen csökkennie kell, mert a dolog természeténél fogva abból fog az elhalt törzsek zöme kikerülni. A két szélső törzsszotyály között a 2. és 3. mint-

¹⁾ A törzseknek az alacsonyabb törzsszotyályból a magasabb törzsszotyályba való áttolódása jelentősebb mértékben csak az árnyattűrő fajoknál fordulhat elő, azért az itt nem játszik szerepet.

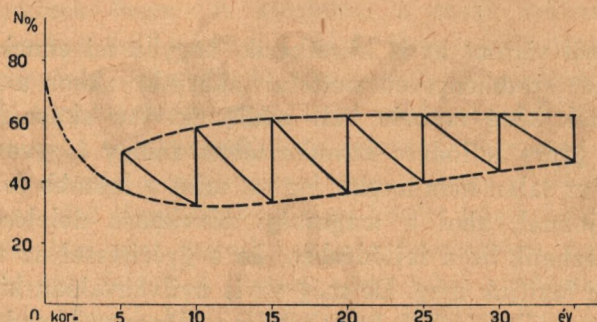
egy az egyensúly szerepét játssza. Ezek közvetítik a törzseltolódásokat a két szélső törzssz osztály között. Jellemző ezekre a nagy állandóságuk. Ez azt mutatja, hogy az első törzssz osztályból kiváló törzsek többé-kevésbé egyenletes sebességgel esnek lefelé a 4. törzssz osztályba, mert csak így magyarázható a 2. és 3. törzssz osztály relatív törzsszámának nagy állandósága.

A fentiekből viszont az is következik, hogyha mi ennek a küzdelemnek a lefolyását eredményesen siettetni akarjuk, akkor a gyéritéssel az uralkodó törzsek közé is bele kell nyúlnunk. Az akácnál, mivel nagy fényigénye és gyors fejlődése következtében amúgy is gyors lefolyású a kiválasztódás, ez talán nem annyira fontos, mint a lassúbb fejlődésű és árnyat tűrő fafajoknál, ahol a magassági növekedés leelélése után egész pangás következhetik be a fejlődésben, ha a gyéritéssel az uralkodó állományrészt nem lazítjuk meg. De még az is nyilvánvalóan kitűnik a törzssz osztályok ezen viselkedéséből, hogy attól az időponttól kezdve kell a gyéritéssel az uralkodó állományrészbbe is belenyúlnunk, amikor a magassági versenyt a koronák közötti küzdelem váltja fel. Így igazolja tehát a biológiai szerkezet azt az elvet, hogy a faállomány fiatal korában, amidőn a magassági növekedés az uralkodó, a gyéritéssel csak követnünk kell a természetet és ettől eltérnünk csak ott kell, ahol erre valamely más ok (rossz alak, betegség stb.) késztet; míg később, amidőn a magassági növekedés már erősen megcsappan és a küzdelem a koronákra tevődik át, a gyéritéssel az uralkodó állományrészbbe is bele kell nyúlnunk.

A relatív törzsszám alakulását a gyéritésekkel természetesen megváltoztatjuk. Általános jelenség, hogy a görbék magasabban fekszenek, ami természetes, mert a gyérités után az 1. és 2. törzssz osztály relatív törzsszáma mindig magasabb mint gyérités előtt (lásd 2. sz. táblázatot), a 3. törzssz osztályé a fiatal korban kissé emelkedik, de az idősebb korokban mindig csökken a gyérités után és éppúgy csökken a 4. törzssz osztály relatív törzsszáma is. A relatív törzsszámban a gyérités következtében beállott változás nem egyenletes. A 10–15 éves korban emeli az a legnagyobb mértékben az 1. törzssz osztály törzsszámát, előtte és utána kevésbé (lásd az 5. sz. táblázatot). Ennek következtében a gyérités utáni görbék nem mutatnak fel olyan nagy emelkedést a mélypontjuktól kezdve, mint a gyérités előttié és azoknak a formája az első gyérités időpontjától kezdve az abszcissa tengelyhez viszonyítva kissé konkáv, míg a gyérités előttié inkább konvex.

A visszamaradó faállományra vonatkozó görbék tulajdonképpen itt sem síma lefutásúak, hanem fogazottak, mert minden gyéritéskor ugrászerűen változik az egyes törzssz osztályok relatív törzsszáma. A visszamaradó faállomány törzsei azután a következő gyéritésig megint eltolódnak, a törzsek egyrésze a magasabb törzssz osztályokból az alacsonyabb törzs-

osztályokba megy át, úgyhogy a két gyérités közötti időszakban az ural-
kodó állományrész (1.+2. törzssoszt.) relatív törzsszáma csökken, az uralté
pedig nő. Az alábbi ábrában megrajoltam az I. tho. 1. törzssosztályának
ezen fogazott görbéjét a kisímitott, gyérités előtti és utáni adatok alapján.

Abb. „ δ ” ábra.

Ha a gyérités előtti állapotra vonatkozó kiegyenlített adatokat számsze-
rűleg nem is fogadjuk el érvényeseknek az anyag heterogenitása miatt, arra
mindenesetre jók, hogy azok alapján a görbe futását szemléltessük. A
felső szaggatott vonal az, amit közönségesen a visszamaradó állomány gör-
béjéül fogadunk el, tehát az, amelyik a 4a. ábrában is szerepel. Az alsó
szaggatott vonal a gyérités előtti állapotot tünteti fel, míg a teljes vonallal
kihúzott fogazott görbe a visszamaradó állomány tényleges relatív törzs-
számgörbéje.

5. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 5.

Kor Alter Év Jahr	I. termőhelyi oszt. Standortsklasse			II. termőhelyi oszt. Standortsklasse			III. termőhelyi oszt. Standortsklasse			IV. termőhelyi oszt. Standortsklasse			V.-VI. termőhelyi o. Standortsklasse		
	Az 1. törzsszdtály relatív törzsszáma — Relative Stammzahl der ersten Etage														
	gyérítés		Δ ⁰ /o	gyérítés		Δ ⁰ /o	gyérítés		Δ ⁰ /o	gyérítés		Δ ⁰ /o	gyérítés		Δ ⁰ /o
	előtt vor	után nach		előtt vor	után nach		előtt vor	után nach		előtt vor	után nach		előtt vor	után nach	
	der Durch- forstung			der Durch- forstung			der Durch- forstung			der Durch- forstung			der Durch- forstung		
	o/o														
5	38	50	12	34	49	15	34	45	11	—	—	—	—	—	—
10	32	58	26	28	53	25	28	51	23	36	46	10	36	41	5
15	33	61	28	34	54	20	30	54	24	36	49	13	31	44	13
20	36	61	25	40	55	15	35	56	21	39	50	11	31	47	16
25	39	62	23	46	56	10	38	56	18	42	51	9	33	47	14
30	43	62	19	48	56	8	40	57	17	43	51	8	34	48	14
35	46	62	16	50	56	6	41	57	16	44	51	7	35	48	13

A visszamaradó állományra vonatkozó görbék futásában ez a fogazottság mindig megvan, bármelyik tulajdonságára vonatkoznak is azok. Mivel azonban ennek sem itt, sem a többi tulajdonság vizsgálatánál különösebb jelentősége nincs (kivéve a fatömeg növedékének az értelmezésénél), azért általánosan elfogadott eljárás, hogy ezen fogazott görbe helyett a gyérités utáni állapotot jelző pontokon keresztül fektetett síma lefutású görbével ábrázoljuk a visszamaradó faállomány fejlődését.

Hogy némi tájékozódást kapjunk arra nézve, milyen erős egy-egy gyéritési perióduson belül a törzseknek a magasabb törzsosztályokból

6. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 6.

		I. termőhelyi oszt. Standortsklasse				II. termőhelyi oszt. Standortsklasse				III. termőhelyi oszt. Standortsklasse				IV. termőhelyi oszt. Standortsklasse				V-VI. termőhelyi o. Standortsklasse			
		Die relative Stammzahl des																			
		uralkodó herschenden		uralt beherrschten		uralkodó herschenden		uralt beherrschten		uralkodó herschenden		uralt beherrschten		uralkodó herschenden		uralt beherrschten		uralkodó herschenden		uralt beherrschten	
		állományrész relatív törzsszáma gyérités — Bestandteile																			
		előtt vor		után nach		előtt vor		után nach		előtt vor		után nach		előtt vor		után nach		előtt vor		után nach	
		der Durchforstung																			
Kor Alter		%																			
Év Jahr																					
5		57	43	76	24	49	51	76	24	58	42	74	26	—	—	—	—	—	—	—	—
10		49	51	82	18	44	56	81	19	47	53	80	20	55	45	76	24	55	45	63	37
15		50	50	86	14	50	50	83	17	48	52	83	17	57	43	80	20	50	50	67	33
20		53	47	88	12	59	41	84	16	53	47	85	15	62	38	81	19	50	50	70	30
25		56	44	88	12	65	35	85	15	56	44	86	14	65	35	82	18	52	48	71	29
30		60	40	88	12	69	31	85	15	58	42	86	14	67	33	83	17	54	46	71	29
35		63	37	88	12	70	30	85	15	59	41	86	14	67	33	83	17	56	44	71	29

való kiválása, a 6. sz. táblázatban összeállítottam az uralkodó és az uralt állományrész relatív törzsszámát gyérités előtt és gyérités után. Habár az itt szereplő adatokat a gyérités előtti állapotra vonatkozó anyag heterogenitása következtében nem is lehet 100%-ig elfogadni, azért azok alapján mégis képet alkothatunk magunknak arról, hogy mennyire erős az állományon belüli küzdelem, hogy oly rövid idő alatt, mint 5 év, ennyire eltolódik a két állományrész relatív törzsszáma. Valószínű, hogy az idősebb korokra vonatkozólag ez az eltolódás túlzott és ha az állományok az általunk alkalmazott gyéritéssel az egész élettartamuk alatt rendszeresen gyéritettek volna, úgy az idősebb korokban a törzseknek az uralkodó állományrészről az uraltba való áttolódása nem volna ilyen nagymértvű. Azok az állományok, amelyekből a próbaterületek zöme kikerült, nagyrészt vagy

egyáltalán nem voltak gyérítve, vagy ha igen, úgy az csak rendszertelenül történt és inkább csak a száraz anyag kiszedésére szorítkozott, tehát természetszerűleg több törzsnek kellett lennie az uralt állományrészben, mintha azok 5 évenként gyérítettettek volna.

Az egyes törzsosztályok relatív törzsszáma és a termőhelyi minőség közötti összefüggést az 5. sz. ábra tünteti fel. Ebben a különböző tho.-k ugyanazon törzsosztályainak relatív törzsszámgörbéi vannak egy grafikonba egyesítve. Ezek a görbék csak a főállományra vonatkozólag rajzoltattak meg. Az első törzsosztály relatív törzsszáma az I. tho.-ban a legmagasabb és a tho. rosszabbodásával csökken. A többi törzsosztálynál általában ennek a fordítottja áll fenn. Ettől az általános szabálytól való kisebb eltérések (mint pl. hogy a III. tho.-nak a törzsszámgörbéje az 1. törzsosztálynál 20 év körül a II. tho.-é fölé emelkedik egy keveset) a grafikus kiegyenlítés bizonytalanságából is eredhetnek és így nem befolyásolhatják az előző megállapítás helyességét. Kivételt képez az V—VI. tho., amelynél még a 2. törzsosztály relatív törzsszáma is alatta marad a többinek.

A törzsosztályok relatív törzsszámának az előzőekben leírt viselkedését a következőképpen magyarázhatjuk. A termőhelyi osztály rosszabbodásával csökken az 1. törzsosztály törzseinek koronazáródása, ez általános jelenség. A koronazáródás csökkenése több világosságot juttat az állomány belsejébe, amely lehetővé teszi az uralt állomány egyedeinek, hogy hosszabb ideig tengessék életüket és ennek következtében jobban felhalmozódhassanak mint a jobb termőhelyeken. Ehhez járul, hogy a gyérítéskor a jó termőhelyen, ahol az első törzsosztály koronazáródása magas, ezt az alászorult állományrészt minden további nélkül kivágjuk. A rossz termőhelyi osztályoknál, ahol az 1. törzsosztály záródásában fellépő hézagokat ezek az alacsonyabb törzsosztálybeli törzsek töltik ki, meghagyjuk ezek egy részét a talaj védelme szempontjából. Ennek következtében az 1. törzsosztály relatív törzsszámának a jó termőhelyeken magasabbnak kell lennie, mint a rosszabbakon, a többi törzsosztályénak pedig alacsonyabbnak.

6. A magasság.

A magasságra vonatkozó adatokat a 7. sz. táblázat foglalja magába. Az itt szereplő átlagos magasságok mind aritmetikai átlagok és kiszámításuknál az egész állományra vonatkozó, $\frac{\sum gh}{\sum g}$ képlettel kiszámított magasságtól eltekintve, a törzsszám szerepelt súly gyanánt. A $\frac{\sum gh}{\sum g}$ értékek kiszámítását azért tartottam szükségesnek, mert a faállomány fatömegének általános képletében ($V = G \cdot H \cdot F$) a H-t közönségesen így értelmezzük. A faállomány felső magassága a termőhely megállapításánál mondottak

7. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 7.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter	Gyérítés előtt Vor der Durchforstung								Gyérítés után Nach der Durchforstung							
		Az állomány átlagos magassága Mittelhöhe des Bestandes	Az áll. átlagörzs mag. Höhe d. Best.-Mittelst.	Mittelhöhe der				Az állomány átlagos magassága Mittelhöhe des Bestandes	Az áll. átlagörzs mag. Höhe d. Best.-Mittelst.	Mittelhöhe der							
				1.	2.	3.	4.			1.	2.	3.	4.				
				Etage törzsszotály átlagos magassága						Etage törzsszotály átlagos magassága							
				Σ_{hn} Σ_n						Σ_{hn} Σ_n							
				méter — Meter						méter — Meter							
év Jahr	Σ_{hn} Σ_n	Σ_{hg} Σ_g					Σ_{hn} Σ_n	Σ_{hg} Σ_g									

I. termőhelyi osztály. — I. Standortsklasse.															
1	4	5'1	6'1	6'0	6'4	6'0	5'6	3'8	6'2	6'4	6'4	6'4	6'0	5'8	5'3
2	4	5'5	6'1	5'8	6'4	5'8	5'3	4'3	5'8	6'2	6'0	6'4	5'8	5'4	4'7
3	5	6'2	7'8	7'4	8'5	7'3	6'4	4'4	7'8	8'3	8'0	8'5	7'4	6'7	6'1
4	5	6'7	7'2	6'9	7'6	6'5	6'0	5'7	6'8	7'2	7'0	7'6	6'5	5'9	5'2
7	6	7'4	8'4	8'0	8'9	7'9	6'5	5'3	8'3	8'7	8'5	8'9	7'9	6'6	6'3
8	7	8'3	9'0	8'6	9'5	8'6	7'5	5'9	9'0	9'3	9'1	9'5	8'7	7'6	6'7
10	8	10'7	11'2	11'0	11'4	10'8	9'8	8'2	11'0	11'3	11'2	11'4	10'8	9'7	9'5
11	9	11'4	13'0	12'3	13'8	12'1	11'0	7'1	12'8	13'4	13'1	13'8	12'1	11'2	10'5
23	13	12'9	14'2	13'7	15'0	13'5	12'2	9'8	14'0	14'7	14'3	15'0	13'5	12'5	12'1
26	13	11'9	14'3	14'0	15'8	14'5	12'2	8'0	15'0	15'6	15'4	15'8	14'7	13'2	12'5
39	16	12'7	15'1	14'2	16'6	15'1	13'8	9'4	15'7	16'2	16'1	16'5	15'0	13'7	11'1
40	16	13'3	15'1	14'7	16'6	14'7	12'7	9'2	15'4	16'0	15'6	16'6	14'8	13'1	11'3
47	16	16'5	17'2	17'1	17'4	16'6	15'1	12'6	16'9	17'3	17'2	17'4	16'6	15'3	—
49	17	14'6	16'7	16'4	18'5	16'9	14'8	10'7	17'9	18'1	18'1	18'5	16'9	16'1	14'5
54	18	17'3	19'3	19'1	20'8	18'8	15'8	12'3	20'2	20'6	20'7	20'8	19'3	17'7	—
63	21	15'1	18'8	17'8	20'5	18'8	15'6	10'3	19'6	20'2	20'0	20'5	18'8	16'9	15'3
77	25	19'1	20'8	20'6	21'9	19'8	17'5	13'8	20'8	21'6	21'5	22'0	20'0	18'2	16'6
93	30	18'6	20'3	20'0	21'5	20'0	18'0	13'8	20'7	21'3	21'2	21'5	20'0	18'7	17'3
94	31	20'4	21'7	21'4	22'7	21'0	18'8	16'5	21'9	22'4	22'4	22'7	21'1	19'1	17'8
95	34	19'6	21'6	21'6	22'9	21'0	17'8	14'8	21'5	22'4	22'4	22'4	21'9	21'0	18'0
96	35	20'6	22'0	21'9	22'7	21'2	20'1	14'1	22'1	22'5	22'4	22'7	21'2	20'0	18'5

II. termőhelyi osztály. — II. Standortsklasse.															
6	6	7'4	7'8	7'5	7'9	7'2	6'8	6'1	7'5	7'8	7'6	7'9	7'2	6'8	6'1
9	8	7'5	8'2	7'9	8'6	7'6	6'8	5'8	7'8	8'3	8'2	8'5	7'6	6'8	6'1
12	10	8'0	10'0	9'6	10'9	9'7	8'8	6'4	10'0	10'7	10'3	10'8	9'4	8'6	8'0
16	12	10'8	12'4	11'7	13'2	11'8	11'0	9'1	12'0	13'0	12'7	13'2	11'8	10'7	9'1
20	12	9'9	11'0	10'5	11'9	10'7	10'0	8'2	11'0	11'5	11'3	11'9	10'2	9'9	9'3
29	14	12'4	14'2	13'4	15'3	13'4	12'0	9'4	14'3	14'9	14'7	15'3	13'4	12'2	9'0
31	14	11'3	12'9	12'1	13'9	12'4	10'9	9'0	12'8	13'6	13'2	13'9	12'5	11'0	9'3
44	16	12'5	13'7	13'7	14'6	13'5	12'1	9'5	13'9	14'3	14'2	14'6	13'5	12'5	11'7
58	19	16'2	17'2	16'9	18'1	16'2	14'8	11'4	17'2	17'7	17'4	18'1	16'2	15'3	14'3
60	20	15'5	17'0	16'4	18'1	16'3	14'5	11'4	17'3	17'8	17'5	18'2	16'3	15'0	—
61	20	15'3	15'8	15'6	16'3	15'1	14'3	13'6	15'4	15'9	15'8	16'3	15'1	14'0	12'7
67	22	15'1	16'8	16'4	17'9	16'1	14'3	10'9	16'6	17'4	17'0	17'9	16'3	14'6	13'1
76	24	15'8	17'4	17'1	18'6	16'6	14'6	12'1	17'4	18'2	18'0	18'6	16'6	14'9	13'5
80	26	18'1	18'7	18'7	19'2	17'5	16'6	15'5	18'5	18'9	18'8	19'2	17'5	17'0	16'0
81	27	20'0	20'3	20'3	20'6	19'8	18'8	18'0	20'2	20'4	20'4	20'6	19'8	19'0	18'0
82	28	16'3	17'9	17'8	18'5	17'0	15'0	13'4	17'5	18'2	18'1	18'5	17'0	15'8	—

7. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 7.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter	Gyérítés előtt Vor der Durchforstung								Gyérítés után Nach der Durchforstung							
		Az állomány átlagos magassága Mittelhöhe des Bestandes	Az áll. átlagtörzs mag. Höhe d. Best.-Mittelst.	Mittelhöhe der				Az állomány átlagos magassága Mittelhöhe des Bestandes	Az áll. átlagtörzs mag. Höhe d. Best.-Mittelst.	Mittelhöhe der							
				1.	2.	3.	4.			1.	2.	3.	4.				
Σ_{hn}	Σ_{hg}	Σ_{hn}		Σ_{hg}	Σ_{hn}	Σ_{hg}	Σ_{hn}		Σ_{hg}								
Σ_n	Σ_g	Σ_n		Σ_g	Σ_n	Σ_g	Σ_n		Σ_g								
év Jahr	méter — Meter								méter — Meter								

III. termőhelyi osztály. — III. Standortsklasse.																	
5	6	6'3	6'7	6'4	6'9	6'0	5'6	4'9	6'4	6'7	6'4	6'9	6'0	5'6	5'0		
17	12	9'0	10'4	9'8	11'5	10'1	8'7	9'6	10'4	11'1	10'8	11'5	10'1	8'8	7'3		
18	12	9'3	10'7	10'0	11'6	10'3	9'1	7'4	10'5	11'2	11'0	11'6	10'2	8'8	7'6		
21	13	8'9	10'3	10'0	11'0	9'8	8'8	6'4	10'3	10'9	10'6	11'0	9'8	8'7	7'7		
22	13	9'2	10'2	9'8	10'8	9'7	8'9	7'3	10'0	10'5	10'3	10'8	9'7	8'6	8'0		
27	14	9'9	11'9	10'8	13'2	10'9	9'7	7'2	11'9	12'7	12'5	13'2	10'9	8'9	6'5		
32	14	11'3	12'2	12'0	13'0	11'8	10'4	9'4	12'2	12'7	12'5	12'7	11'8	10'8	10'1		
35	15	12'0	12'5	12'3	12'6	11'6	11'1	10'6	12'0	12'5	12'3	12'5	11'7	11'1	10'7		
38	16	11'7	12'6	12'5	13'1	12'0	10'7	8'6	12'6	13'0	12'8	13'1	12'0	11'3	10'0		
45	16	11'7	12'3	11'9	12'6	11'4	10'4	9'5	11'9	12'4	12'0	12'6	11'4	10'4	8'8		
48	17	9'5	13'0	12'0	13'9	12'5	11'4	5'4	13'2	13'7	13'7	13'9	12'5	11'6	8'0		
50	17	11'4	13'0	12'6	14'0	12'3	11'3	8'4	12'7	13'6	13'4	13'6	12'4	11'0	9'9		
51	17	9'8	12'7	11'8	14'5	12'5	11'0	6'5	12'9	14'0	13'7	14'5	12'5	10'2	9'3		
52	17	11'9	12'7	12'6	13'5	12'3	10'8	9'7	12'6	13'0	12'8	13'5	12'3	10'9	9'7		
53	18	11'6	13'0	12'6	13'9	12'8	11'1	9'1	13'2	13'7	13'4	13'9	12'8	11'6	10'8		
55	18	11'9	12'8	12'7	13'9	12'2	10'9	8'8	13'0	13'3	13'2	13'9	12'2	11'2	9'9		
65	22	13'3	14'7	14'4	15'4	13'9	12'7	9'6	14'6	15'2	15'1	15'4	13'0	13'0	11'0		
72	23	13'0	14'9	14'2	15'9	14'5	13'0	10'5	15'0	15'6	15'2	15'9	13'5	13'3	12'1		
73	23	12'3	14'4	14'1	14'9	13'3	12'4	10'7	14'1	14'7	14'6	14'9	13'3	12'2	12'0		
85	28	16'2	17'4	17'0	18'0	16'3	15'5	12'7	17'1	17'8	17'6	18'0	16'2	15'5	14'7		
86	28	13'1	15'0	15'0	16'0	15'1	13'6	9'0	15'6	15'9	15'9	16'9	15'4	14'2	—		
87	28	12'3	15'9	14'4	18'1	14'9	13'2	8'2	16'8	17'6	17'3	18'1	15'0	13'9	—		
88	29	14'3	16'3	16'4	18'1	16'2	14'0	9'0	17'3	17'9	17'8	18'1	16'3	14'8	—		
89	29	15'0	16'4	16'0	17'0	16'0	14'4	11'8	16'6	17'0	16'8	17'0	16'1	15'2	10'5		
90	30	13'5	15'1	14'8	15'9	14'4	12'6	10'3	14'6	15'6	15'4	15'9	14'4	12'8	11'6		

IV. termőhelyi osztály. — IV. Standortsklasse.																	
13	10	6'5	7'1	6'8	7'2	6'5	5'9	5'1	6'7	7'2	6'8	7'2	6'5	5'8	5'2		
30	14	8'2	9'7	9'1	10'6	9'3	8'1	5'9	9'8	10'3	10'0	10'6	9'3	8'5	5'8		
33	15	9'1	10'8	10'5	11'8	10'0	8'6	6'4	10'6	11'5	11'1	11'8	10'0	8'7	6'0		
34	15	8'2	10'8	9'4	11'8	10'2	9'2	6'3	11'0	11'7	11'3	11'8	10'2	8'8	8'4		
37	15	10'6	11'2	11'1	11'6	10'3	9'6	9'0	10'9	11'4	11'0	11'6	10'3	9'6	9'0		
41	16	9'4	9'6	9'5	10'0	9'3	8'8	8'2	9'5	9'7	9'6	10'0	9'3	8'9	8'0		
42	16	8'9	9'5	9'1	10'0	9'2	8'4	7'3	9'4	9'7	9'5	10'0	9'2	8'4	7'8		
43	16	10'2	10'4	10'3	10'6	10'1	9'5	8'7	10'2	10'4	10'4	10'6	10'1	9'5	8'7		
56	18	9'7	10'7	10'7	11'2	10'1	8'6	7'3	10'4	10'9	10'9	11'2	10'1	8'6	7'5		
57	19	10'0	11'6	11'2	12'3	11'2	9'9	7'7	11'5	12'2	12'0	12'3	11'2	10'3	8'8		
59	20	10'0	11'8	11'1	12'6	11'1	10'0	6'8	11'5	12'3	12'0	12'6	11'1	10'1	9'8		
62	20	10'5	11'7	11'4	12'5	10'4	9'1	8'7	11'1	12'1	12'0	12'5	10'4	9'0	7'6		
68	22	11'4	12'1	11'7	12'5	11'2	10'5	9'4	11'4	12'1	11'7	12'5	11'2	10'5	9'6		
69	22	10'9	11'3	11'1	11'5	10'7	10'0	9'5	11'1	11'4	11'2	11'6	10'6	10'0	—		
74	23	13'1	13'3	13'3	13'5	13'0	12'5	11'8	13'2	13'4	13'4	13'5	14'0	12'6	12'0		
83	28	12'5	13'1	13'1	13'7	12'7	11'7	10'0	13'0	13'4	13'3	13'7	12'8	11'9	—		
92	30	12'2	13'0	13'0	13'8	12'6	11'0	9'4	13'2	13'6	13'5	13'8	12'9	11'8	11'0		

7. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 7.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter	Gyérítés előtt Vor der Durchforstung								Gyérítés után Nach der Durchforstung																					
		Az állomány átlagos magassága Mittelhöhe des Bestandes		Az áll. átlagtörzs mag. Höhe d. Best.-Mittelst.	Mittelhöhe der				Az állomány átlagos magassága Mittelhöhe des Bestandes	Az áll. átlagtörzs mag. Höhe d. Best.-Mittelst.	Mittelhöhe der																				
					1.	2.	3.	4.			1.	2.	3.	4.																	
					Etage törzsszintjének átlagos magassága						Etage törzsszintjének átlagos magassága																				
					Σ_{hn}						Σ_{hn}																				
	Σ_n				Σ_n																										
év Jahr		Σ_{hn}	Σ_{hg}						Σ_{hn}	Σ_{hg}																					
méter — Meter																méter — Meter															
V. és VI. termőhelyi osztály. — V. und VI. Standortsklasse.																															
14	10	5'1	5'8	5'6	6'2	5'5	4'9	4'2	5'4	5'9	5'6	6'2	5'5	4'8	4'2																
28	14	3'1	4'7	3'6	5'5	4'3	3'2	2'5	K	i	v	á	g	v	a																
36	15	5'9	6'7	6'3	7'2	6'1	5'7	4'4	6'4	7'0	6'8	7'2	6'1	5'9	5'0																
46	16	4'9	5'5	5'3	5'9	4'9	4'3	3'8	5'0	5'5	5'0	5'9	4'9	4'3	3'8																
64	22	6'6	7'6	7'2	8'0	6'9	5'8	4'9	7'0	8'0	7'3	8'1	7'1	6'3	5'1																
70	22	6'2	6'6	6'6	6'8	6'2	5'7	5'3	6'3	6'7	6'7	6'8	6'2	5'6	5'2																
71	23	8'4	8'9	8'7	9'2	8'8	8'1	6'9	9'0	9'2	9'1	9'2	8'8	8'3	8'0																
78	25	10'1	11'4	10'8	12'1	10'4	9'6	7'6	11'0	11'8	11'4	12'1	10'5	9'6	8'3																
84	28	4'7	6'4	5'8	6'9	6'0	4'7	2'4	4'5	6'7	5'5	6'9	5'8	4'5	1'8																
91	30	10'6	11'6	11'4	12'3	11'4	10'4	8'1	11'4	11'9	11'8	12'3	11'4	10'3	8'9																

szerint az 1. törzsształy átlagos magasságával egyenlő. Az átlagátmérővel bíró törzsek átlagos magasságát az átlagátmérő alapján a magassági görbéről olvastam le. Ezt azért tüntettem fel, mert a gyakorlatban ennek a meghatározása és alkalmazása a leggyakoribb, érdekes tehát tudnunk, hogy ez a magasság milyen viszonyban áll ahhoz a két magassághoz (felső magasság és $\frac{\Sigma_{gh}}{\Sigma_g}$), amelyet a gyakorlatban helyettesíteni szokott. A továbbiakban a felső magasságot H_0 -val, a $\frac{\Sigma_{gh}}{\Sigma_g}$ -t H_g -vel, $\frac{\Sigma_{nh}}{\Sigma_n}$ -t H_n -nel, az egyes törzsształyokét H_0 , H_2 , H_3 , H_4 és végül az átlagos átmérőjű törzsek átlagos magasságát H_p -vel fogom jelölni.

A táblázatban szereplő adatok kiszámítása a helyszínen felvett magassági adatok alapján megszerkesztett magassági görbe segítségével történt. Amint a külső felvételi munkák leírásánál említettem, minden egyes próbaállományra vonatkozólag két magassági görbe szerkesztetett, az egyik a főállományra, a másik a mellékállományra vonatkozólag. Mivel pedig az alkalmazott gyérítés alacsony áterdőlés volt és a 2. és 1. törzsształyból csak a beteg és roszsnövésű törzseket távolítottuk el, azért a két magassági görbe tulajdonképpen az állomány két főrészének, az uralkodó és uralt állományrésznek a magassági görbéjét adta. Ezen két görbéről leolvasott adatok és az állomány törzseinek törzsształyonként részletezett

vastagsági megoszlása alapján számíttatott ki az egyes törzsosztályok és az egész faállomány átlagos magassága. Ezt a számítást a fő- és mellékállományra vonatkozólag külön-külön végeztem el. A gyérítés előtti állapot adatait azután az $M = \frac{M_1 N_1 + M_2 N_2}{N_1 + N_2}$ képlettel számítottam ki. M_1 és M_2 a fő-, ill. e mellékállomány megfelelő átlagos magasságai, N_1 és N_2 azok törzsszáma.

Az egyes törzsosztályok így megállapított magasságai egy állandó, elkerülhető hibával vannak terhelve. Helyes eredményt csak akkor kapnánk, ha minden egyes törzsosztályra vonatkozólag önálló magassági görbét szerkesztenénk. Ha mi a 4 törzsosztály magassági görbét külön-külön rajzoljuk meg, akkor 4 egymás alatt fekvő görbét kapunk (lásd a 6. sz. ábrát). Ha most ezek közül kettőt-kettőt összevonunk, úgy természetes, hogy ezen összevont görbe alapján számított átlagok eltérnek a tényleges-től. Hogy a hiba nagyságára vonatkozólag tájékozódást nyerjek, azokban az állományokban, amelyeknél a felvételi adatok ezt lehetővé tették, meg-rajoltam mind a 4 törzsosztály magassági görbét és az azok alapján kiszámított átlagos magasságokat összehasonlítottam a másik módon kiszámítottakkal. Az eltérés sehol sem haladta meg a 0'4 m, ami a magasságmérés hibahatárán belül van, de az esetek zömében csak 0'1—0'3 m-t tett az ki. Oka ennek abban keresendő, hogy az eredő magassági görbe átlósan helyezkedik el a két összevont görbe között és így az átlag kiszámításánál a hibák többé-kevésbé kiegyenlítik egymást. A 8. sz. táblázatban közlöm néhány állományra vonatkozólag ezeket a hibákat.

8. sz. táblázat. Tabelle Nr. 8.

A próbat. sz. Nr. d. Probebest.	$\epsilon(H)$			
	1.	2.	3.	4.
	törzsosztály — Etage			
	m			
13	0	−0'1	+0'1	+0'2
26	−0'2	+0'2	0	+0'1
54	−0'4	+0'3	−0'4	−0'1
87	−0'3	+0'2	+0'3	0
94	0	−0'1	−0'3	+0'2

9. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 9.

Kor Alter	I.	II.	III.	IV.	V—VI.
	termőhelyi osztály — Standortsklasse				
Év Jahr	$H_0 - H_4$				
	m				
5	2'0	1'4	1'5	0'9	0'6
10	3'6	3'1	2'9	2'0	1'5
15	4'4	3'7	3'7	2'6	2'1
20	4'9	4'0	4'0	3'0	2'3
25	5'1	4'3	4'2	3'2	2'5
30	5'3	4'4	4'4	3'1	2'7
35	5'5	4'6	4'5	3'2	2'8

Az egyes tho.-k felső magasságának a görbéit a 7. sz. ábra tünteti fel. Ezekhez nincs mit hozzáfűznöm. A magassági növekedés az egészen fiatal korban a legerősebb és a maximumát az V—VI. tho.-tól eltekintve az 5 éves kor előtt éri el (lásd a 9. sz. ábrát).

Termőhelyi osztály: I. II. III. IV. V—VI.

A magassági növedék delel: 1—2. 3. 4. 5. 8. évben.

A növedékek delelése a termőhely rosszabbodásával kitolódik. A ma-

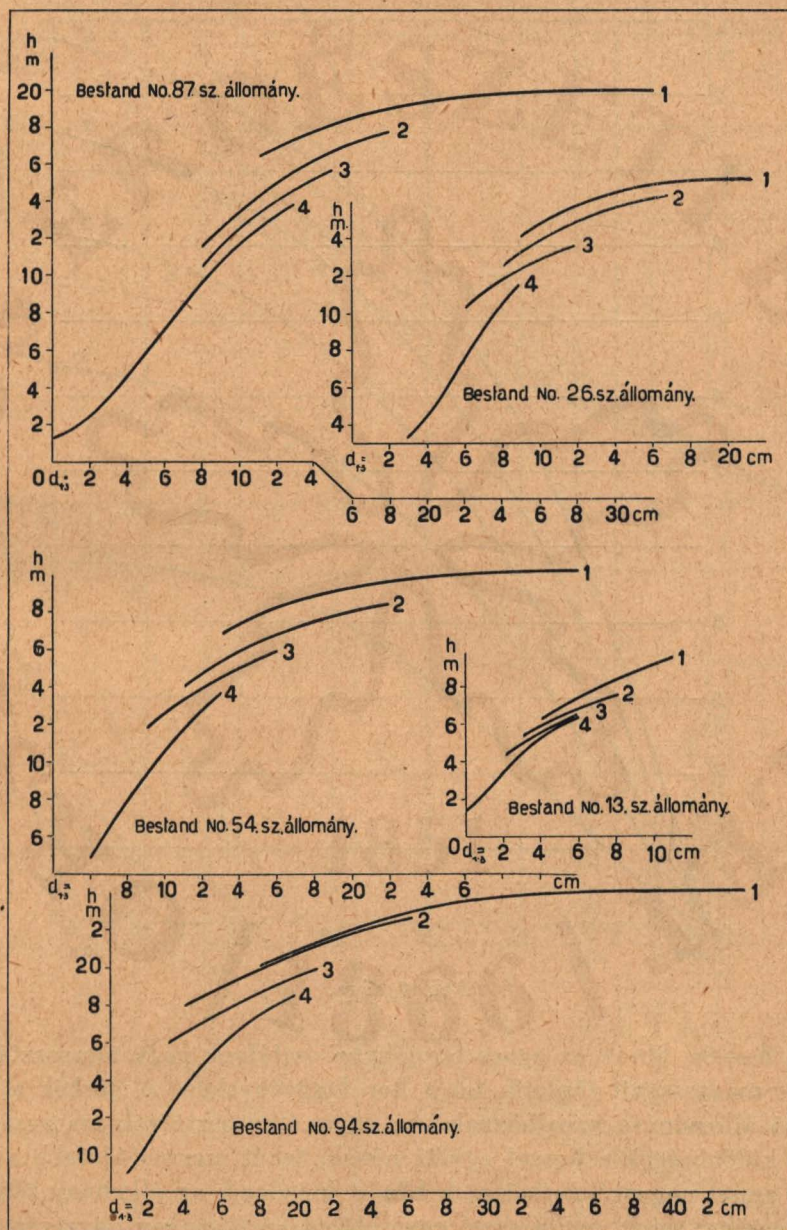


Abb. 6. ábra.

gassági növekedés azután hamarosan megcsappan, úgyhogy az a 30 éves koron felül mindegyik tho.-ban 0'15 m alatt marad. A magassági növekedésnek ez a formája jellemző a sarjeredetre és azon nőleg az akác gyors fejlődésére.

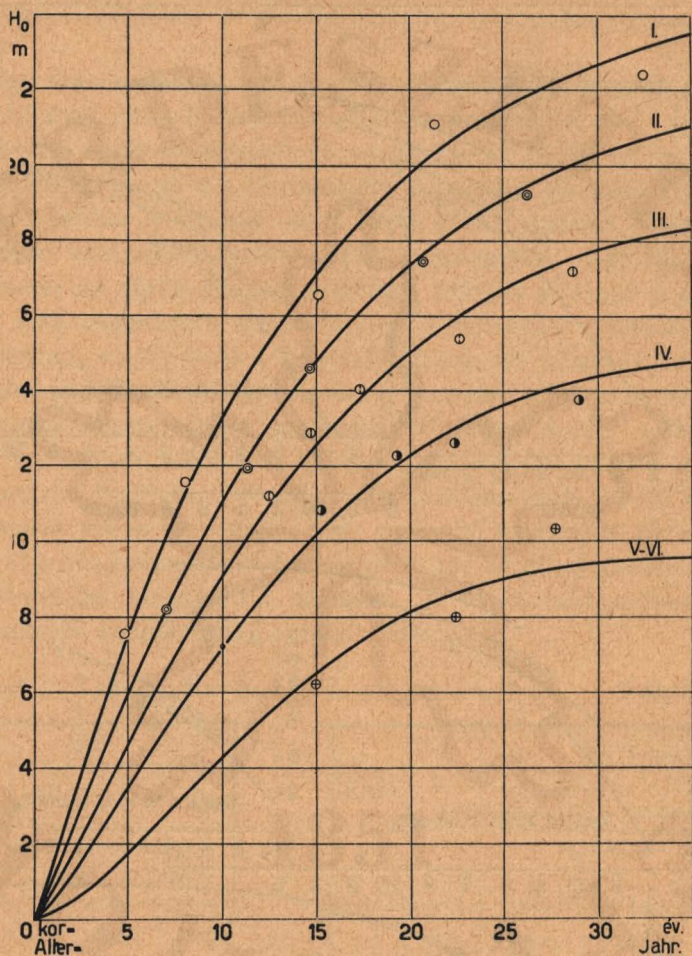


Abb. 7. ábra.

A 8a—8e. ábrák az egyes termőhelyi osztályok négy törzsosztályának átlagos magasságait tüntetik fel a kor függvényeképp. A görbék a visszamaradó állományra vonatkoznak. Az egyes törzsosztályok magasságai között a különbségek a korrall együtt nőnek, tehát mennél idősebb a faállomány, annál nagyobb szélsőségek között ingadozik az állomány törzseinek a magassága; mivel pedig ezzel egyidejűleg az állomány törzsszáma csökken, azért az állomány magasság szerinti megoszlásának a szórása a kor-

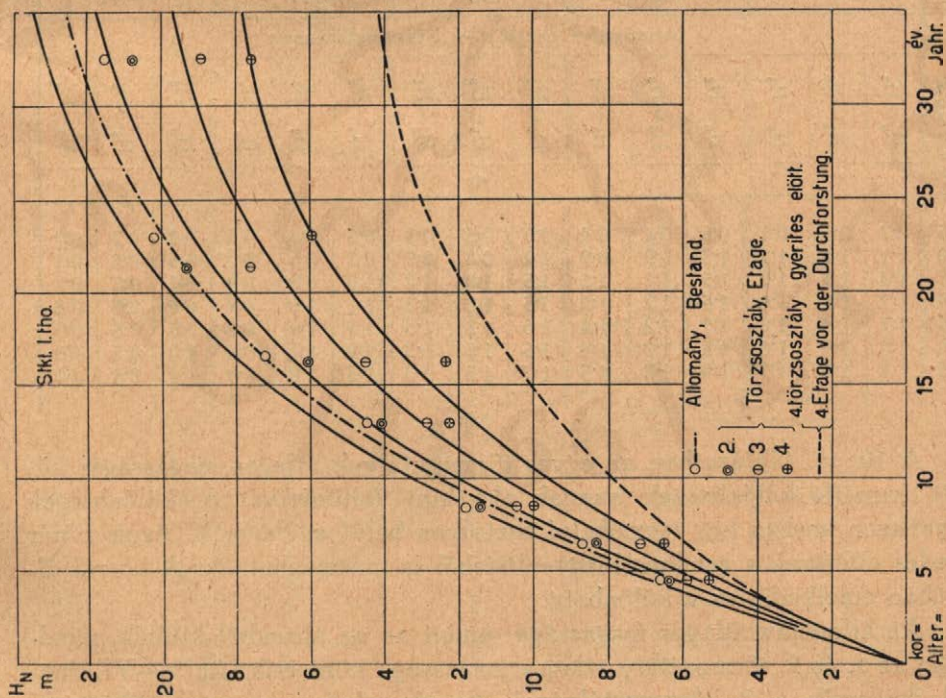


Abb. 8a. ábra.

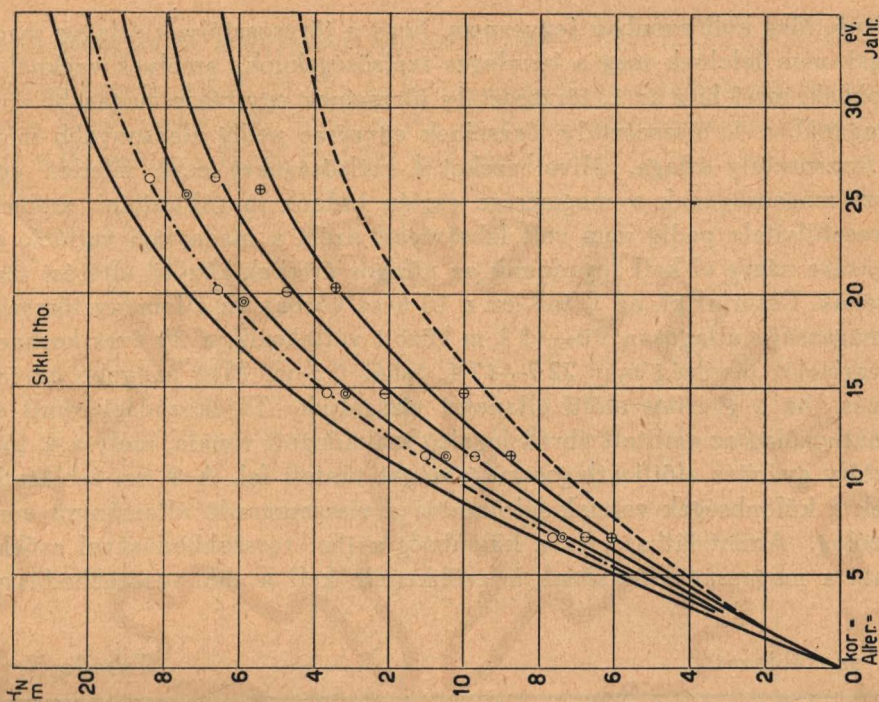


Abb. 8b. ábra.

ral nő. Meg kell azonban jegyezni, hogy a törzsosztályok átlagos magasságai nem felelnek meg a tényleges szélsőségeknek, amelyek ezeknél nagyobbak, mert hisz az 1. törzsosztály törzseinek egy része magasabb annak átlagánál, a 4. törzsosztály törzseinek egyrésze pedig alacsonyabb mint a 4. törzsosztály átlaga. Mivel ezeket a szélsőségeket csak minden egyes törzs magasságának a megmérése esetén tudnók megállapítani, aminek a keresztülvitele pedig nem volt lehetséges, azért a magassági variáció változására nézve el kell fogadnunk az átlagos értékek közötti eltérést útmutatónak. Eszerint pl. az I. tho.-on a 10 éves korban az állomány törzseinek a magassága átlagosan 9'6—13'2 m között váltakozik, a 30 éves korban ez a variációs távolság már 22'7—17'4, tehát 5'3 m. Még nagyobb az ingadozás, ha a gyérítés előtti állapotot vizsgáljuk. Tájékozódást nyújt erre vonatkozólag az említett ábrák legalsó szakadozott vonala, mely a 4. törzsosztály gyérítés előtti átlagos magasságát tünteti fel. A 9. sz. táblázatban ezek a különbségek vannak feltüntetve a visszamaradó állományra vonatkozólag. Amint látható, ez a különbség a tho. rosszabbodásával csökken, tehát a magasság szórásának is csökkennie kell a tho. rosszabbodásával.

10. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 10.

Kor Alter Fr. Jahr	I.			II.			III.			IV.			V—VI.		
	termőhelyi osztály — Standortsklasse														
	H ₀ —H ₂	H ₂ —H ₃	H ₃ —H ₄	H ₀ —H ₂	H ₀ —H ₃	H ₃ —H ₄	H ₀ —H ₂	H ₂ —H ₃	H ₃ —H ₄	H ₀ —H ₂	H ₂ —H ₃	H ₃ —H ₄	H ₀ —H ₂	H ₂ —H ₃	H ₃ —H ₄
	m														
5	0·7	0·6	0·7	0·6	0·4	0·4	0·7	0·5	0·3	0·3	0·3	0·3	0·2	0·2	0·2
10	1·1	1·3	1·2	1·3	0·9	0·9	1·2	0·8	0·9	0·7	0·6	0·7	0·5	0·5	0·5
15	1·4	1·5	1·5	1·5	1·1	1·1	1·5	1·0	1·2	1·0	0·8	0·8	0·7	0·7	0·7
20	1·7	1·6	1·6	1·6	1·2	1·2	1·5	1·2	1·3	1·1	1·0	0·9	0·8	0·7	0·8
25	1·7	1·8	1·6	1·7	1·2	1·4	1·6	1·3	1·3	1·3	1·0	0·9	0·8	0·8	0·9
30	1·8	1·9	1·6	1·8	1·2	1·4	1·6	1·5	1·3	1·2	1·1	0·8	1·0	0·7	1·0
35	1·7	1·9	1·7	1·9	1·2	1·5	1·7	1·5	1·3	1·3	1·0	0·9	1·0	0·8	1·0

A 10. sz. táblázatban az egyes törzsosztályok átlagos magasságai között fennálló különbségek vannak tho.-kint feltüntetve. A különbségek ugyanazon korban egy termőhelyi osztályon belül egyformák. Azok a pár tizedes eltérések a grafikus kiegyenlítésből is származhatnak. A korról általában emelkedik ez a különbség.

Az állomány átlagos magassága, amint az az ábrákból kitűnik, mindvégig az 1. és 2. törzsosztály átlagos magassága közé esik. Az V—VI. tho.-nál összeesik a 2. törzsosztályéval. Ez plauzibilis. Az egész állomány

átlagos magasságát a törzssosztályokéból a $H_N = \frac{H_0 \cdot P_1 + H_2 P_2 + H_3 P_3 + H_4 P_4}{100}$ képlettel kapom, hol P_1, P_2, P_3 és P_4 az egyes törzssosztályok relatív törzsszáma. Mivel pedig a P_3 és P_4 a P_1 - és P_2 -hez viszonyítva nagyon kicsi, azért a H_N -nek is a H_0 és H_2 közé kell esnie.

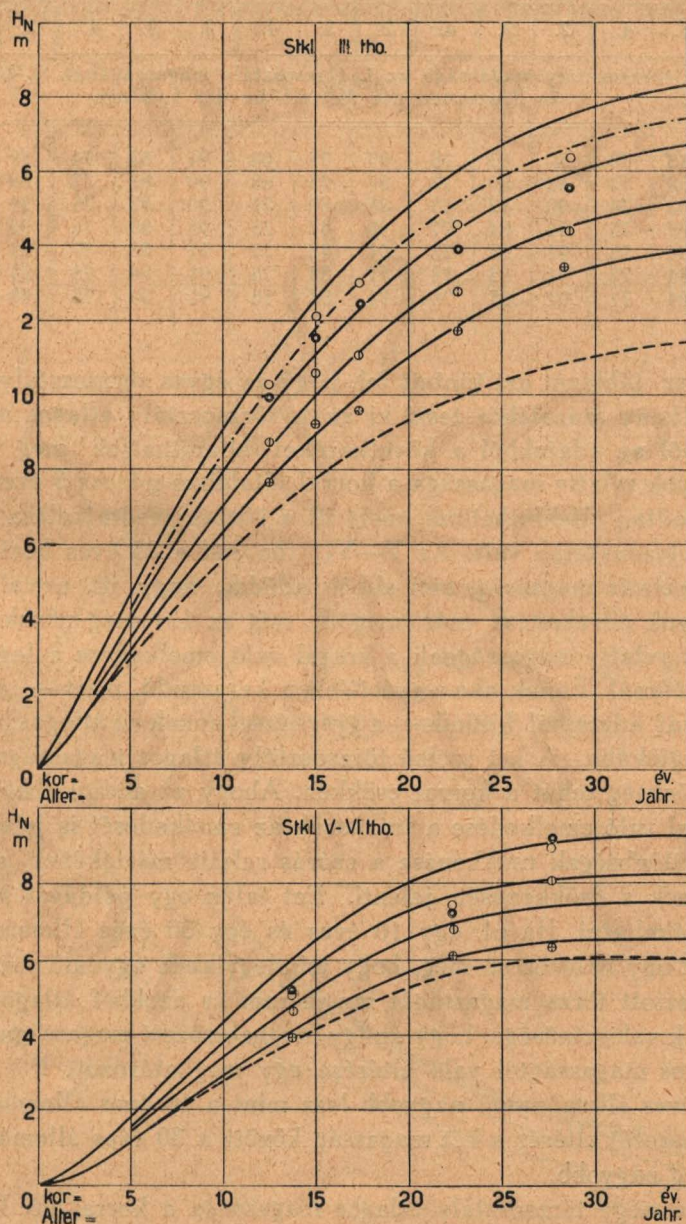


Abb. 8c—8e. ábra,

11. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 11.

Kor Alter	I.			II.			III.			IV.			V—VI.		
	termőhelyi osztály — Standortsklasse														
	A — Mittelhöhe der														
	2.	3.	4.	2.	3.	4.	2.	3.	4.	2.	3.	4.	2.	3.	4.
Év Jahr	törzsosztály magassága az 1. törzsosztály magasságának %-ban in Prozenten der Mittelhöhe der 1. Etage														
5	91	83	73	90	83	76	85	75	68	91	83	74	89	78	67
10	92	82	73	88	80	73	87	78	68	90	82	73	89	77	66
15	92	83	74	90	82	75	88	80	71	90	83	75	89	79	68
20	92	83	75	91	84	77	90	82	73	91	83	76	90	83	71
25	93	84	76	91	85	78	91	83	75	91	83	77	91	82	72
30	93	84	77	91	85	78	91	83	75	91	84	78	91	82	71
35	93	84	77	91	85	78	91	83	76	91	84	78	90	81	70

A 11. sz. táblázat azt tünteti fel, hogy az egyes törzsosztályok átlagos magassága hány százalékat teszi ki az 1. törzsosztály átlagos magasságának. Ezekből az adatokból a következőket állapíthatjuk meg. Az egyes törzsosztályok relatív magassága a korrall általában nő. Az 5 éves kor adataitól nyugodtan eltekinthetünk, mert itt a görbék megrajzolása az adatok hiányában bizonytalan volt. Az V—VI. tho.-nál a 25 éves kortól kezdve csökken a relatív magasság, ami abból adódik, hogy itt az alacsonyabb törzsosztályok növekedése már megáll, míg az 1.-é még növekszik valamelyest. A relatív magasságnak a korrall való emelkedése a legerősebb a 4. törzsosztálynál. Ennek oka a gyéritésben keresendő, mert — amint az a 7. sz. táblázat adataiból kitűnik — a gyéritéssel ennek az átlagos magasságát emeljük leginkább. A két szélső törzsosztály átlagos magassága között a relatív különbség tehát a korrall csökken. Ahogy az abszolút különbségeknek a korrall való emelkedése a szórásnak az emelkedését is jelentette, úgy a relatív különbségek csökkenése a szórás relatív mértékének, a variációs koefficiensnek a csökkenését jelenti. Ezt talán egy példával tudom legjobban érzékeltetni. Ha pl. egy 10 éves és egy 30 éves állomány átlagos magasságát úgy határozom meg, hogy mindegyikben egyenlő számú vaktában kiválasztott törzs magasságát megmértem és azokból átlagot képezek, akkor annak valószínűsége, hogy az így meghatározott magasságnak a tényleges átlagos magasságtól való eltérése egy meghatározott P% alatt marad, a 30 éves állománynál nagyobb lesz mint a 10 éves állománynál, jól lehet az abszolút eltérés a két magasság között a 30 éves állománynál lesz valószínűleg nagyobb.

Mind a négy törzsosztály átlagos magassága a korrall nő. Ez a növekedés két tényezőtől tevődik össze. Az egyik a törzsosztályt alkotó törzsek

tényleges magassági növekedése, amely egy fiziológiai folyamat eredménye. Ezt aktív növekedésnek is nevezhetnők a másik tényezővel szemben, amely nem más, mint az egyes törzseknek a magasabb törzssz osztályból az alacsonyabbba való áttolódása. Az utóbbit passzív növekedésnek nevezhetjük. Az aktív növekedés annál alárendeltebb szerepet játszik, mennél alacsonyabb törzssz osztályról van szó. Ez természetes, hisz a fiziológiai magasságnöve-

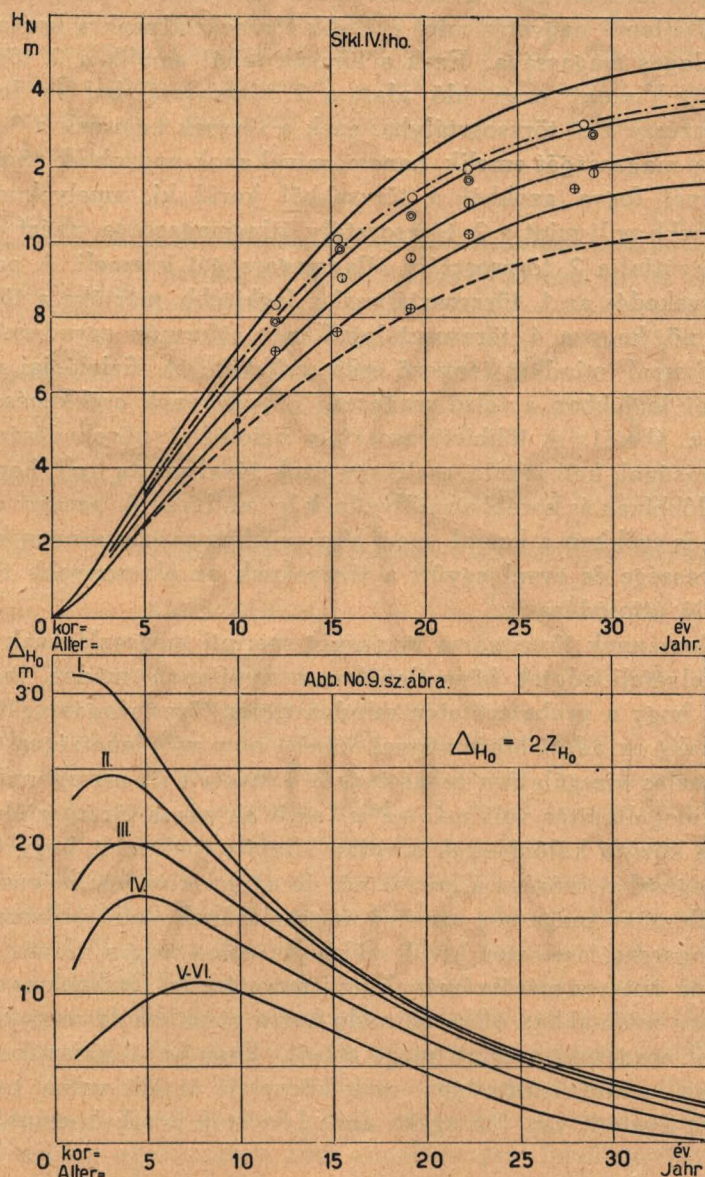


Abb. 8d. és 9. ábra.

kedés feltételei annál kedvezőtlenebbek, mennél alacsonyabb a törzsosztály, úgyhogy a 4. törzsosztálynál az aktív növekedést jóformán nullával vehetjük egyenlőnek.

A passzív magassági növekedést az okozza, hogy a magasabb törzsosztályból az alacsonyabba lemaradó törzsek átlagos magassága nagyobb mint azé a törzsosztályé, melybe lesüllyedtek. Pl. az első törzsosztályból egy bizonyos időszak alatt a 2. törzsosztályba került törzsek átlagos magassága feltétlenül nagyobb, mint a 2.-dik törzsosztálynak a korszak elején megvolt átlagos magassága. Ezek a törzsek tehát emelik a 2. törzsosztály magasságát. Viszont ezen idő alatt a 2. törzsosztályból is lemarad a törzsek egyrésze a 3. törzsosztályba; ezek a törzsek nemcsak a 3. törzsosztály átlagos magasságát emelik, hanem, mivel azok nagyobbik része a dolog természeténél fogva azokból a törzsekből kerül ki, amelyeknek a magassága kisebb volt mint a 2. törzsosztály átlagmagassága, azért ezeknek a kiválása egyúttal a 2. törzsosztály átlagmagasságát is emeli. A passzív magassági növekedés az 1. törzsosztálynál a legkisebb, mértéke a többenél fokozatosan nő, hogy a 4. törzsosztálynál már jóformán egyeduralkodó legyen. A korral mindkét tényező ereje csökken. A fiziológiai növekedés csökkenését legjobban a felső magasság növedékének csökkenése mutatja (lásd 9. sz. ábrát). A többi törzsosztály fiziológiai növekedésének is hasonló lefutásúnak kell lennie, csakhogy azok jóval alatta kell, hogy maradjanak az előbbinek és korábban süllyednek le nullára. A passzív magassági növekedés is csökken a korral, mert hisz csökken az állományon belüli küzdelem hevessége és evvel együtt a törzseknek az alacsonyabb törzsosztályokba való áttolódása is.

Az állományok törzsszáma magasság szerinti megoszlásának a vizsgálatára a felvételi adatok közvetlenül nem nyújtanak módot, mert ehhez szükséges, hogy a próbaterületen minden egyes törzs magasságát megmérjük. Ez pedig az adott körülmények között nem volt lehetséges. A magassági megoszlás vizsgálatára tehát csak a közvetett út marad nyitva. Ilyen közvetett megállapítás volt már az is, amit az egyes törzsosztályok átlagmagassága közötti különbségek alapján állapítottunk meg, hogy t. i. a magassági megoszlás szórása a korral nő, de a variációs koefficiense csökken.

Az állomány magasság szerinti megoszlásának kellő jellemzéséhez az átlagos magasság ismeretén kívül szükséges volna még a szórás, az aszimmetria és az excessz mérőszámának az ismeretére is. Ezeknek az adatoknak a birtokában módunkban állna bármely korra vonatkozólag megadni az akác állományok magasság szerinti megoszlását. Ezen karakterisztikumok megállapítására, amint említettem, csak közvetett út állt volna rendelkezésemre. Két ilyen út van. Az egyik, amit *Lönnroth* is alkalmazott,¹⁾ hogy az

¹⁾ Ugyanott 170. old.

egyes törzsosztályok törzsszáma és átlagmagassága alapján számítjuk ki ezeket a karakterisztikumokat. A másik, hogy a faállomány magassági megoszlását a törzsszám vastagság szerinti megoszlása és a magassági görbe alapján levezethető magassági megoszlással veszem egyenlőnek. Az utóbbi eljárásnál leolvassuk a magassági görbéről az egyes vastagsági fokok magasságát és az így nyert értékek alapján csoportosítjuk a törzsszámot 1 m-es magassági osztályokba, vagy pedig nem alakítunk egyenlőközű magassági fokokat, hanem mindegyik vastagsági fok törzsszáma a hozzátartozó magassággal szerepel a magasság szerinti megoszlásban. Mivel a 86. és 88. sz. állományokban minden törzs megmértetett, azért módomban állt összehasonlítást tenni a közvetlen és a közvetett számítással nyert értékek között (lásd 12. sz. táblázatot).

12. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 12.

Sorszám - Nummer	A számítási mód megjelölése Die angewendete Rechnungs- methode	Bestand Nr. 86. sz. állomány						Bestand Nr. 88. sz. állomány					
		gyérítés						gyérítés					
		előtt — vor			után — nach			előtt — vor			után — nach		
		der Durchforstung						der Durchforstung					
		σ	S	E	σ	S	E	σ	S	E	σ	S	E
1.	Tényleges magassági megoszlás alapján	± 3'266	± 0'571	± 0'070	± 1'265	± 0'036	— 0'060	± 3'816	± 0'327	— 0'065	± 1'839	± 0'206	— 0'036
2.	A magassági görbe alapján	± 3'015	± 0'617	± 0'084	± 0'836	± 0'046	— 0'128	± 3'542	± 0'329	— 0'100	± 1'393	± 0'338	± 0'017
3.	A 4 törzsszótály alapján	± 2'892	± 0'507	— 0'104	—	—	—	± 3'430	± 0'406	— 0'134	—	—	—

A gyérítés utáni állapotra a *Lönnroth*-féle eljárást már nem tudtam alkalmazni, mert a 4. törzsosztály hiányzott.

A táblázat adataiból a következők állapíthatók meg. A 2. és 3. számítási mód a szórást minden esetben a ténylegesnél (1. számítási mód) alacsonyabban adja meg. A nagyobb hibát a 3. sz. eljárással követjük el. Az aszimmetriát a 2. eljárás a dolog természeténél fogva mindig magasabban adja meg a helyesnél. A 3.-nál az egyszer kisebb, egyszer meg nagyobb volt a helyesnél, tehát az eltérés nem egyértelmű. Az excesszre egyik sem ad még megközelítőleg sem jó eredményt. Mivel számszerűleg a közvetett eljárások nem adnak helyes eredményt, azért azoknak csak az lehetne a céljuk, hogy ezen karakterisztikumok változásának a *menetére* kapjunk némi felvilágosítást. Mivel azonban a szórás és a variációs koefficiensre vonatkozólag már az egyes törzsosztályok átlagmagasságának abszolút és relatív változása is felvilágosítást adott, az excesszre vonatkozólag pedig a közvetett módok egyáltalában nem adnak helyes felvilágosítást, maradna mint egyedüli előny az aszimmetria változásának az ismerete. Azonban

már az átmérő megoszlásának a vizsgálatánál, ahol pedig nem kellett közvetett eljárást alkalmaznom a fenti karakterisztikumok kiszámításánál, kitűnt, hogy az anyag nem elég homogén ahhoz, hogy annak alapján az aszimmetriának a korral való változását kimutatni lehessen. Ezért eltekintettem ennek a karakterisztikumnak a magasságra vonatkozó kiszámításától. A két rendelkezésre álló összehasonlító adat ugyan nem elég általános megállapítások megtételére, de az eredmények mégis valószínűvé teszik azt, hogy a kétféle közvetett eljárás közül helyesebb eredményre vezet a magassági görbén és a vastagsági megoszláson alapuló. A magassági megoszlás aszimmetriája mind a négy esetben pozitív volt.

Az állománynak négy törzssosztályra való tagozódása valószínűvé teszi, hogy a magassági megoszlásban ugyanaz az összetettség jelentkezik, mint a vastagsági megoszlásban. Az egyes törzssosztályokat önmagukban homogéneknek lehet tekinteni a magassági megoszlás tekintetében is, míg az állományt ezen négy homogén csoport összegének. Ennek megfelelően az állomány magassági megoszlása is ezen törzssosztály magassági megoszlásának az összetevődéséből adódik. Ha már most ezek a részgörbék annyira eltolódnak egymástól, hogy azok már nem olvadnak össze egy síma lefutású görbébe, akkor itt is fellépnek az összetettségnek a vastagsági megoszlásnál már ismert jelei: a megoszlási görbe kétpúpúsága, ill. annak hirtelen esésváltozása. Általános választ e kérdésre nem adhatok, mert hisz ehhez is mindegyik fa magasságát meg kellett volna mérni, azonban a 86. és 88. sz. állományok alapján kaphatunk erre vonatkozólag némi felvilágosítást.

Feltételezve azt, hogy az egyes törzssosztályokon belül mutatkozó szabálytalanságok a törzsszám relatív csekély számából származnak, minden egyes törzssosztályra vonatkozólag külön-külön kiszámítottam a kisímitott megoszlást. Ezeket összegezve kaptam az egész állomány magassági megoszlását. Ezeket a megoszlásokat tünteti fel a 10. sz. ábra. A 10a—10b a 86. sz., a 10c—10d a 88. sz. állomány megoszlását tünteti fel gyérités előtt („a” és „c”), ill. gyérités után („b” és „d”). A vizsgált állományok magassági megoszlása határozottan az összetett megoszlás jellemző formáját mutatja. Ennek mértéke azonban nagyon különböző. A 88. sz. állománynál erősebb, mint a 86.-nál, ahol a gyérités után a görbe síma lefutású. A megvizsgált állományok kora 28—29 év volt. Mivel természetes, hogy a fiatal állományoknál az összetettség jelei kisebb mértékben vannak meg, mint az idősebeknél, azért összehasonlítva ezeket a magassági megoszlásokat a 15. sz. ábrában lévő vastagsági megoszlásokkal, valószínűnek látszik, hogy az állományok magasságszerinti megoszlásában az összetettség külső jelei egyrészt csak később jelentkeznek, másrészt pedig sohasem érik el azt a mértéket, mint a vastagsági megoszlásnál. Az alacsony átérődés itt is csökkenti az összetettség külső jeleit.

A gyakorlatban leginkább kétféle magasság ismeretére van szükségünk: 1. a termőhelyi osztály megállapításánál a felső magasság ismeretére (itt a *Fekete*-féle akác fatermési táblák alkalmazására gondolok); 2. az állomány-átlagtörzszsel való fatömegbecslésénél pedig a körlappal, mint súllyal számított aritmetikai átlagos magasságra $\left[\frac{\sum gh}{\sum g} \right]$.

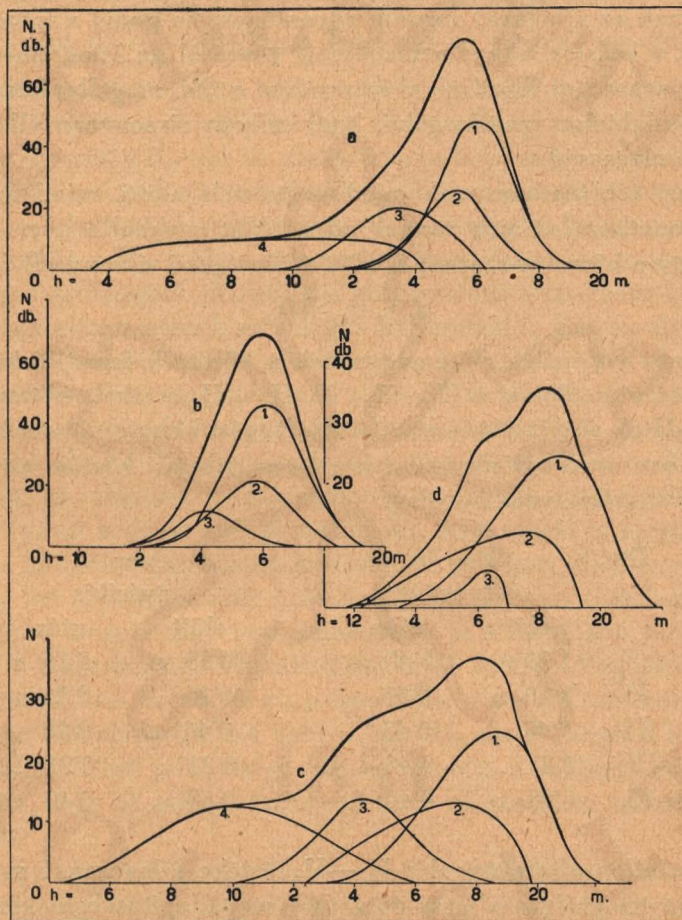


Abb. 10. ábra.

A termőhelyi osztály megállapításánál, ha az nem történik a fatömegbecsléssel kapcsolatban, szembecslés útján választjuk ki azokat a törzseket, amelyeket átlagos magasságúaknak gondolunk és ezeknek a magasságából képzett átlagot fogadjuk el irányadóul. Ezt az esetet természetesen ki kell kapcsolnunk a további vizsgálódás köréből, mert nincs semmiféle adatunk, amelynek alapján összehasonlítást tehetnénk az így meghatározott

átlagos magasság és a felső magasság között. Errevonatkozólag csak azt kell szem előtt tartanunk, hogyha mi a termőhelyi osztály megállapítása végett végzünk magasságméréseket, akkor a kiválasztott törzsek csak az uralkodó törzsekből kerüljenek ki, mert hiszen ezen állományrész átlagos magassága a felső magasság. Az állományátlagtörzsekkel való becslés esetén mind a $\frac{\Sigma gh}{\Sigma g}t$, mind a felső magasságot a döntött próbatörzsek magasságainak az átlagával vesszük egyenlőnek, ha pedig a fatömeg táblákkal történik a becslés, akkor a magassági görbéről az átlagátmérő alapján leolvasott magasságot fogadjuk el irányadóul a tho. megállapításánál. Nem lesz tehát érdektelen megvizsgálni, hogy milyen viszonyban áll egymással ez a három magasság.

A 7. sz. táblázatban ezek mind a gyérités előtti, mind az az utáni állapotra vonatkozólag meg vannak adva. Már ezekből a nyers adatokból kitűnik, hogy a három magasság között a következő viszony áll fenn:

$$H_0 > H_G > H_D$$

továbbá, hogy a gyérités előtt nagyobbak a közöttük fennálló különbségek mint gyérités után. Mivel a $H_0 - H_D$, ill. $H_G - H_D$ értékek és kor, ill. a H_D között az adatok alapján határozott összefüggést kimutatni nem lehet, azért az alábbiakban ezen különbségeknek csak az átlagait közlöm az egyes termőhelyi osztályokra vonatkozólag.

Tho.	$H_0 - H_D$ gyérités		$H_G - H_D$ gyérités	
	előtt	után	előtt	után
I.	1'30 m	0'40 m	0'35 m	0'16 m
II.	1'10 "	0'51 "	0'36 "	0'21 "
III.	1'40 "	0'45 "	0'46 "	0'20 "
IV.	0'87 "	0'46 "	0'31 "	0'21 "
V—VI.	0'88 "	0'40 "	0'88 "	0'40 "

A gyéritetlen állománynál a $H_0 - H_D$ értéke átlagosan 1 m körül mozog. Ez elég tekintélyes eltérés és a tho. megállapításában könnyen egy termőhelyi osztály eltérést okozhat. Az elkövetett hiba természetesen mindig negatív irányú. Az eltérések a két magasság között a gyérités előtt 0'2—3'7 m között mozogtak. A gyérités után ez 0'00—1'2 m-re mérséklődött. Gyérités után az eltérés a két magasság között eltekintve az V—VI. tho.-tól, cca 0'4 m. Ez az eltérés a tho. megállapításánál, ha tekintetbe vesszük, hogy az egyes tho.-ok határai között már a 10 éves korban 1'5—2'0 m különbség van, amely a 30 éves korban már 3'0 m-re nő, csak akkor okoz hibát, ha a kérdéses állomány a tho.-ok határvonalához közel esik. Az ada-

tokból általában azt az eredményt vonhatjuk le, hogy a H_D -hez a gyérítetlen állományoknál 1 m-t, a gyérítettekénél pedig cca 0,5 m-t kell hozzáadnunk, ha azok alapján a termőhelyi osztályt akarjuk megállapítani.

A $H_G - H_D$ kb. a fele a $H_0 - H_D$ -nak. Mit jelent a fatömegbecslés szempontjából ez az eltérés. Az állományátlagtörzs alapján történő becslésnél a $V = N \cdot v$ képletből indulunk ki, ahol V az állomány fatömegét, N annak törzsszámát és v az egy törzsre eső átlagos fatömeget jelenti. A v -t az átlagos körlappal $g = \frac{G}{N}$ bíró törzs fatömegével vesszük egyenlőnek, tehát feltételezzük, hogy az átlagos körlapú törzs egyúttal az átlagos fatömegű is. Ennek a feltételnek az átlagos körlapú törzs csak akkor felel meg, ha annak magassága egyenlő a H_G -vel és alakszáma a faállomány alakszámával. Tegyük fel, hogy az alakszáma egyezik a faállomány alakszámával. Az átl. körlappal — tehát az átlagátmérővel — bíró törzsek átlagos magassága a H_D , mivel pedig a $H_G > H_D$, azért azok átlagos fatömege is kisebb a tényleges átlagos fatömegénél. Az átlagos köbtartalmú törzs tehát általában valamivel magasabban fekszik az átlagos körlapúnál.¹⁾ Ezt az eltérést persze az alakszám ellenkező irányú eltérése ellensúlyozhatja. Ez azonban, mivel az alakszámot előre megállapítani nem áll módunkban, csak a véletlen műve lehetne, mire a fatömegbecslésnél nem építhetünk. A H_G és H_D közötti különbségnek a fatömegbecslésnél való kiküszöbölése csak akkor állna módunkban, ha előzetes magasságmérések alapján megrajzolt magasságí görbe segítségével a döntendő próbatörzsek magasságát is meghatároznánk. Azonban a két magasság között az eltérés a gyérített állománynál oly csekély, hogy azt a próbatörzsek kiválasztásánál úgysem tudnánk figyelembe venni, még ha magasságmérővel keresnők is ki a megfelelő törzseket, mert a $H_0 - H_D$ a magasságmérés hibahatárán belül fekszik. Még inkább áll ez, ha csak szembecsléssel ítéljük meg a magasságot. Az ebből származó hiba pláne sokszorosan felülmúlhatja azt, amit a $H_G - H_D$ okoz. Ennek a különbségnek inkább csak elméleti jelentősége van és igazolja a faállományszerkezet-tan azon tételét, hogy az átlagos fatömegű törzs magasabban fekszik az átlagos körlapúnál.

Még egy alapvető és egyúttal gyakorlati jelentőségű különbség van a három magasság között. Az eltérések a három magasság között különösen a gyérített állományoknál nem nagyok és azonkívül eléggé egyenletesek is. Felmerülhet tehát a kérdés, hogy miért a H_0 -t választjuk a termőhely karakterisztikumául, miért nem a H_G vagy a H_D -t, ami gyakorlatiasabb volna és mindenesetre megtakarítanánk vele egy-egy adatot a fatermési táblában. Ez így igaz is volna. Azonban a tho. karakterisztikumának lehetőleg

¹⁾ Ez azonban nem jelenti azt, hogy valamely állományon belül egyáltalán nincs olyan átlagos körlapú törzs, amelynek a fatömege nem volna egyenlő, vagy nagyobb a v_{med} -nél. A fenti megállapítás az átlagokra vonatkozik.

függetlennek kell lennie a kezelési módtól, de főleg a gyérítéstől, mert ha nem az, akkor ugyanarra az állományra vonatkozóltg más-más tho.-t kaphatunk a gyérítés előtt és gyérítés után. Ha ebből a szempontból vizsgáljuk a kérdéses magasságokat, akkor a következő eredményre jutunk: 1. A H_N a gyérítés következtében 0'3—4'5 átl. 1'5 m-rel, 2. a H_D értéke 0'0—3'9 átl. 0'8 m-rel, 3. a H_G ennél 1—2 tizeddel kevesebbet emelkedett, míg a H_0 változatlan maradt. A H_0 -t tehát a gyérítés nem befolyásolta. Ez az oka annak, hogy én a H_0 -t választottam a tho. karakterisztikumául.

7. A mellmagassági átmérő.

A mellmagassági átmérőre vonatkozó adatokat a 13. és 14. sz. táblázat foglalja magába. A 13. sz. táblázatban az egyes törzssosztályok és az egész állomány négyzetes átlagai (az átl. kör lapnak megfelelő átmérő) — D_2 —

vannak megadva. $g_{med} = \frac{\sum gn}{\sum n} = \frac{\pi}{4} \frac{\sum d^2 n}{\sum n} = \frac{\pi}{4} D_2^2$, $D_2 = \sqrt{\frac{\sum d^2 n}{\sum n}}$. A 14. sz. táblázatban a vastagság szerinti megoszlás karakterisztikumai vannak feltüntetve; ezek: 1. az aritmetikai átlagátmérő, $D_1 = \frac{\sum dn}{\sum n}$, 2. a szórás (σ),

3. az aszimmetria (S) és 4. az excess (E) mérőszáma a középhibájukkal együtt. A D_2 és D_1 között az összefüggést a $D_2^2 = D_1^2 + \sigma^2$ adja meg.

A 11a—11e ábrában a D_2 van feltüntetve. A teljes vonal az egyes törzssosztályok, a szaggatott az állomány D_2 -jét jelenti. A 12. sz. ábra a D_1 értékeket tünteti fel. A kétféle átmérőgörbék egymástól függetlenül rajzoltattak meg és a grafikus kiegyenlítés helyessége azután a $D_2 = \sqrt{D_1^2 + \sigma^2}$ összefüggés alapján ellenőriztetett. A szükséges σ értékeket a 13. ábrában lévő görbéről olvastam le.

Az egyes tho. kisimított D_2 értékei a következők:

Kor.	I.	II.	III.	IV.	V—VI. tho.
5 év	5'4	4'4	3'4	—	— cm
10 „	10'2	8'8	7'5	5'8	3'5 „
15 „	14'2	12'3	10'6	8'9	5'8 „
20 „	17'7	15'4	13'2	11'2	7'5 „
25 „	20'5	18'0	15'3	12'8	8'6 „
30 „	20'4	20'0	17'0	13'9	9'4 „
35 „	23'6	21'2	18'2	14'8	9'9 „

Ezekhez az adatokhoz nincs mit hozzáfűznöm.

Az egyes törzssosztályok és az egész állományra vonatkozó D_2 értékek egymáshoz való viszonyát a 11a—11e. ábrák tüntetik fel. Az egyes törzssosztályok átl. átmérői között az abszolút differencia a korrallal ép úgy nő,

13. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 13.

A próbálomány száma Nummer des Probestandes	Der mittlere Bruthöhendurchmesser (D ₂)						A próbálomány száma Nummer des Probestandes	Der mittlere Bruthöhendurchmesser (D ₂)					
	Kor Alter	Az állomány des Bestandes	Az der					Kor Alter	Az állomány des Bestandes	Az der			
			1.	2.	3.	4.				1.	2.	3.	4.
év Jahr	törzsszotály Etage					év Jahr	törzsszotály Etage						
átlagos mellmagassági átmérője (D ₂)							átlagos mellmagassági átmérője (D ₂)						
cm							cm						

I. termőhelyi osztály.							III. termőhelyi osztály.						
I. Standortsklasse.							III. Standortsklasse.						
							5	6	4'7	5'3	4'1	3'6	3'0
1	4	4'0	4'6	3'4	2'8	2'3	17	12	9'3	10'7	8'4	6'9	5'3
2	4	4'5	5'8	4'1	3'4	2'8	18	12	9'4	11'0	8'5	6'9	5'8
3	5	5'4	6'3	4'5	3'8	3'2	21	13	9'4	10'6	8'1	6'7	5'8
4	5	5'0	6'0	4'6	4'0	3'2	22	13	9'0	10'3	8'1	6'6	6'1
7	6	7'4	8'4	6'3	4'7	4'1	27	14	10'7	12'2	9'0	7'1	5'0
8	7	6'8	7'7	5'9	4'9	4'4	32	14	9'9	11'3	8'8	7'1	6'1
10	8	9'5	10'4	8'5	6'9	6'7	35	15	9'9	11'3	8'6	7'8	6'9
11	9	9'2	10'4	8'1	6'9	5'7	38	16	11'4	12'4	9'6	8'3	—
23	13	13'0	15'0	11'6	9'5	9'1	45	16	12'1	13'7	10'5	8'8	6'9
26	13	12'5	13'9	11'2	9'4	8'6	48	17	13'4	14'7	11'6	10'2	—
39	16	13'8	15'3	12'1	10'2	8'1	50	17	11'0	12'9	9'7	8'1	6'9
40	16	12'9	14'6	11'4	9'4	7'4	51	17	10'5	12'3	9'1	7'5	6'3
47	16	16'1	17'4	14'2	12'0	—	52	17	10'5	12'0	9'5	7'9	6'7
49	17	15'9	17'2	13'4	11'9	9'1	53	18	10'6	11'9	9'2	7'6	6'8
54	18	19'1	20'4	15'9	13'7	—	55	18	11'9	13'2	10'4	9'0	7'1
63	21	19'2	21'1	16'2	13'3	10'8	65	22	15'1	16'8	12'9	11'1	9'0
77	25	21'1	23'4	18'7	15'7	13'3	72	23	13'3	15'1	11'6	9'5	8'2
93	30	22'2	24'5	18'7	16'1	14'3	73	23	14'1	15'7	12'3	9'9	9'0
94	31	23'0	24'9	20'5	17'1	15'0	85	28	17'9	19'5	15'2	13'6	11'8
95	34	23'5	26'4	21'0	17'3	14'3	86	28	16'0	16'3	15'4	14'2	—
96	35	24'2	26'0	20'7	17'6	15'6	87	28	15'7	17'4	13'1	12'0	—
							88	29	17'6	19'2	15'2	12'5	—
							89	29	17'5	19'2	15'6	13'1	—
							90	30	17'4	20'8	16'1	12'4	10'2

II. termőhelyi osztály.							IV. termőhelyi osztály.						
II. Standortsklasse.							IV. Standortsklasse.						
6	6	5'9	6'6	4'9	4'0	2'9	13	10	5'7	6'6	4'9	4'1	3'3
9	8	6'5	7'6	5'8	4'8	4'1	30	14	8'8	10'7	7'7	5'5	3'6
12	10	8'4	9'5	7'1	5'9	5'0	33	15	9'2	10'7	8'6	6'9	4'0
16	12	10'6	12'2	9'3	7'9	6'2	34	15	9'1	10'3	7'5	6'5	5'6
20	12	9'8	11'4	8'9	7'4	6'3	37	15	9'1	10'2	8'1	6'8	6'2
29	14	12'5	14'3	10'8	8'9	8'9	41	16	8'6	10'0	8'0	6'6	5'8
31	14	11'0	12'6	9'8	8'0	6'4	42	16	9'4	11'1	8'9	7'4	5'9
44	16	13'5	15'3	12'7	10'2	10'2	43	16	9'9	11'1	9'2	7'9	6'9
58	19	14'7	16'1	12'8	11'3	9'4	56	18	10'9	12'4	9'8	7'6	6'6
60	20	15'7	17'2	13'6	11'5	—	57	19	10'7	12'7	9'1	7'4	5'9
61	20	15'3	17'4	13'8	11'6	9'7	59	20	10'4	12'0	9'5	7'9	6'9
67	22	15'0	17'2	13'3	10'9	9'3	62	20	13'1	15'0	10'9	9'1	7'6
76	24	16'0	18'1	13'8	11'4	9'4	68	22	11'3	18'1	10'6	9'3	8'3
80	26	19'4	21'3	16'6	14'2	14'0	69	22	10'8	11'8	9'8	8'6	—
81	27	23'4	25'3	20'8	18'1	16'0	74	23	14'6	15'8	13'5	11'6	10'1
82	28	18'8	21'0	16'7	14'4	—	83	28	13'5	15'3	12'7	10'2	—
							92	30	13'3	15'2	11'7	9'3	8'0

13. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 13.

A próbállomány száma Nummer des Probestandes		Kor Alter	Der mittlere Brusthöhendurchmesser (D ₂)						A próbállomás száma Nummer des Probestandes	Kor Alter	Der mittlere Brusthöhendurchmesser (D ₂)													
			Az állomány des Bestandes	Az der				törzsosztály Etagé			Az állomány des Bestandes	Az der				törzsosztály Etagé								
				1.	2.	3.	4.					1.	2.	3.	4.									
év Jahr	átlagos mellmagassági átmérője (D ₂)						év Jahr	átlagos mellmagassági átmérője (D ₂)																
												cm						cm						
V. és VI. termőhelyi osztály.																								
V. und VI. Standortsklasse.																								
14	10	4'9	6'0	4'6	3'9	3'2		46	16	6'2	7'5	6'0	5'2	4'4										
28	14	3'6	6'3	4'6	3'5	2'5		64	22	7'2	8'9	7'5	5'5	4'2										
36	15	6'7	8'0	5'8	4'9	4'0		70	22	7'7	8'8	7'0	5'9	4'9										
								71	23	8'2	8'8	7'3	6'3	5'4										
								78	25	10'6	12'2	9'6	8'0	6'4										
								84	28	7'3	10'2	8'0	6'7	3'0										
								91	30	12'4	14'5	11'7	9'8	8'2										

mint a magasságnál. Míg azonban az utóbbinál ugyanazon korban az egyes törzsosztályok közötti különbség körülbelül egyenlő volt, addig az átmérőnél az az alacsonyabb törzsosztályok felé csökken. Kivételt csak az V—VI. tho. tesz, amelynél a 2. és 3. törzsosztály között kisebb a különbség, mint a 3. és 4. között. Ennek oka, hogy az ebbe a termőhelyi osztályba tartozó területeknél a gyérítés többé-kevésbé elvesztette az alacsony áterdülés jellegét és az amúgy is gyéren álló törzsek közül csak a beteg törzseket szedtük ki, mert olyan értelemben vett elnyomott vagy visszamaradó egyed mint a jobb koronazáródással bíró többi tho.-on, amint azt a bevezető részben kifejtettem, itt nincs. A gyérítés ennek következtében itt nem emeli annyira közel a 4. törzsosztály átlagos átmérőjét a 3.-éhoz, mint a többi tho.-nál.

Az állományátlag az I—IV. tho.-nál az 1. és 2. törzsosztály közé esik, az V—VI.-nál összeesik a 2. törzsosztályéval. Az állományátlag helyére befolyással bíró tényezők az egyes törzsosztályok átlagai és azok relatív törzsszáma. A gyérítés következtében mind a két tényező olyan irányba lesz befolyásolva, hogy az átlag helye a magasabb törzsosztályok felé tolódik el.

A vastagsági megoszlás vizsgálatánál a 10., 96. és 57. sz. állományokat figyelmen kívül hagytam. Az első kettőt a + előjelű aszimmetriája, a harmadikat pedig az egészen kivételesen magas aszimmetriája és excesse miatt. A többitől való ilyen nagymértvű eltérés biztos jele annak, hogy a kérdéses állomány nem vehető egy kalap alá a többivel.

A 12., 13. és 14. sz. ábrákban a D_1 , a szórás (σ) és a variációs koefficiens (V) vannak ábrázolva. Az egyes pontokon keresztül húzott függőleges vonalak a háromszoros középhibának felelnek meg ($\pm 3\epsilon$). Ahol ez a függőleges vonal hiányzik, ott a 3-szoros középhiba kisebb mint a kör átmérője.

14. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 14.

A. próbaállomány száma Nummer des Probebestandes		Kor Alter	év Jahr	Aritm. átlagátmérő Aritm. Mitteldurchm.		ε (D ₁)		ε (σ)	Variációs koefficiens Variationskoeffizient	ε (V)		Aszimmetria Asymmetrie	ε (S)		Excess (E)	ε (E)
				$\pm$	Szórás (σ) Streuung	$\pm$			$\pm$		$\pm$		$\pm$			$\pm$
cm						‰										
I. termőhelyi osztály. — I. Standortsklasse.																
1	4	3·8	0·038	1·066	0·027	28·0	0·75	−0·117	0·044	+0·022	0·022					
2	4	4·3	0·053	1·278	0·038	29·7	0·95	−0·146	0·051	−0·042	0·026					
3	5	5·1	0·062	1·540	0·044	30·2	0·93	−0·222	0·049	−0·040	0·025					
4	5	4·9	0·058	1·282	0·041	26·2	0·90	−0·267	0·055	+0·051	0·028					
7	6	7·2	0·108	1·820	0·076	25·3	1·13	−0·156	0·072	+0·014	0·036					
8	7	6·7	0·068	1·513	0·049	22·9	0·78	−0·230	0·055	−0·002	0·027					
10	8	9·4	0·135	1·818	0·096	19·3	1·04	+0·006	0·091	−0·031	0·045					
11	9	9·0	0·092	2·007	0·065	22·3	0·75	−0·217	0·056	0	0·028					
23	13	12·7	0·154	2·971	0·109	23·4	0·91	−0·283	0·064	+0·003	0·032					
26	13	12·2	0·119	2·556	0·085	20·9	1·00	−0·233	0·057	+0·003	0·029					
39	16	13·6	0·131	2·724	0·093	20·0	0·65	−0·116	0·059	−0·028	0·029					
40	16	12·6	0·137	3·099	0·100	24·6	0·84	−0·147	0·054	+0·026	0·027					
47	16	15·9	0·167	2·619	0·118	16·5	0·76	−0·085	0·078	+0·003	0·039					
49	17	15·6	0·139	3·075	0·098	19·7	0·65	−0·235	0·055	+0·027	0·028					
54	18	18·7	0·197	3·543	0·139	18·9	0·77	−0·142	0·068	−0·060	0·034					
63	21	18·8	0·193	3·830	0·137	20·4	0·76	−0·078	0·062	−0·026	0·031					
77	25	20·7	0·218	4·382	0·153	21·2	0·79	−0·296	0·062	+0·065	0·031					
93	30	21·7	0·335	4·374	0·236	20·2	1·14	−0·346	0·093	+0·084	0·047					
94	31	22·7	0·201	3·999	0·143	17·6	0·65	−0·157	0·061	+0·071	0·031					
95	34	22·9	0·283	5·199	0·200	22·7	0·84	−0·231	0·067	+0·060	0·033					
96	35	23·1	0·423	4·034	0·299	17·5	1·35	+0·008	0·129	−0·088	0·064					
II. termőhelyi osztály. — II. Standortsklasse.																
6	6	5·7	0·061	1·477	0·043	25·9	0·80	−0·201	0·050	−0·005	0·025					
9	8	5·7	0·067	1·592	0·047	27·9	0·88	−0·254	0·051	+0·014	0·026					
12	10	8·1	0·122	2·043	0·086	25·2	1·12	−0·281	0·073	+0·056	0·037					
16	12	10·3	0·118	2·631	0·083	25·5	0·85	−0·253	0·055	−0·002	0·027					
20	12	9·5	0·120	2·263	0·085	23·8	0·95	−0·279	0·065	+0·072	0·037					
29	14	12·3	0·202	2·714	0·143	22·1	1·16	−0·070	0·091	−0·057	0·046					
31	14	10·7	0·145	2·702	0·103	25·3	1·02	−0·140	0·066	−0·036	0·033					
44	16	12·2	0·110	2·605	0·079	21·4	0·67	−0·238	0·052	+0·006	0·026					
58	19	14·5	0·156	2·652	0·111	18·3	0·79	−0·180	0·072	−0·016	0·036					
60	20	15·3	0·195	2·971	0·138	19·4	0·93	−0·265	0·081	+0·030	0·040					
61	20	15·0	0·140	2·965	0·099	19·7	0·69	−0·262	0·058	−0·004	0·029					
67	22	14·6	0·178	3·472	0·125	23·8	0·90	−0·150	0·063	−0·052	0·031					
76	24	15·7	0·227	3·529	0·168	22·5	1·12	−0·238	0·082	+0·029	0·041					
80	26	19·0	0·235	3·880	0·166	20·4	0·90	−0·336	0·074	+0·031	0·037					
81	27	23·1	0·264	3·705	0·185	16·2	0·84	−0·346	0·087	+0·056	0·043					
82	28	18·4	0·259	3·882	0·183	21·1	1·04	−0·217	0·082	−0·032	0·041					

14. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 14.

A próbaállomány száma Nummer des Probestandes	Kor Alter		Aritm. átlagátérő Aritm. Mitteldurchm. (D ₁)	ε (D ₁) +	Szórás (σ) Streuung	ε (σ) +	Variációs koefficiens Variationskoeffizient (V)	ε (V) +	Aszimmetria Asymmetrie (S)	ε (S) +	Excess (E)	ε (E) +
	év Jahr	cm										
III. termőhelyi osztály. — III. Standortsklasse.												
5	6	4'6	0'048	1'074	0'034	23'3	0'78	−0'255	0'055	+0'051	0'027	
17	12	8'9	0'082	2'107	0'058	23'7	0'69	−0'152	0'047	−0'002	0'023	
18	12	9'2	0'110	2'300	0'078	25'3	0'91	−0'310	0'059	+0'081	0'029	
21	13	9'1	0'131	2'328	0'093	25'6	1'08	−0'271	0'069	−0'025	0'035	
22	13	8'8	0'091	2'047	0'065	23'3	0'78	−0'280	0'055	+0'040	0'027	
27	14	10'4	0'138	2'501	0'098	24'1	0'99	−0'149	0'068	+0'011	0'034	
32	14	9'6	0'120	2'057	0'085	23'5	0'94	−0'246	0'065	−0'009	0'032	
35	15	9'9	0'093	2'054	0'066	20'9	0'70	−0'384	0'056	+0'124	0'028	
38	16	11'2	0'110	2'156	0'078	19'3	0'72	−0'137	0'063	−0'041	0'032	
45	16	11'8	0'159	2'669	0'112	22'6	1'00	−0'194	0'073	−0'015	0'037	
48	17	13'1	0'186	2'709	0'132	20'7	1'05	−0'252	0'084	+0'072	0'042	
50	17	10'6	0'136	2'876	0'096	27'1	0'92	−0'326	0'058	+0'045	0'029	
51	17	10'3	0'138	2'663	0'098	25'8	1'00	−0'268	0'063	+0'042	0'032	
52	17	10'3	0'116	2'244	0'082	21'8	0'84	−0'316	0'063	+0'070	0'032	
53	18	10'4	0'123	2'278	0'087	21'9	0'88	−0'200	0'066	−0'040	0'033	
55	18	11'7	0'132	2'334	0'093	19'9	0'82	−0'151	0'069	+0'006	0'035	
65	22	14'8	0'225	3'156	0'159	21'3	1'45	−0'314	0'087	+0'088	0'044	
72	23	12'9	0'139	3'143	0'098	24'4	0'81	−0'207	0'054	−0'015	0'027	
73	23	13'8	0'219	3'105	0'154	22'5	1'17	−0'218	0'086	−0'090	0'043	
85	28	17'2	0'238	3'423	0'168	19'9	1'01	−0'091	0'085	−0'101	0'042	
86	28	15'8	0'191	2'836	0'131	18'0	0'89	−0'264	0'083	+0'051	0'042	
87	28	15'5	0'149	3'093	0'105	19'9	0'71	−0'243	0'059	−0'011	0'029	
88	28	17'2	0'277	3'631	0'196	21'2	1'19	−0'215	0'093	−0'036	0'046	
89	29	17'5	0'161	3'061	0'114	17'5	0'67	−0'194	0'064	−0'014	0'032	
90	30	16'7	0'251	4'917	0'178	29'5	1'16	−0'414	0'062	+0'075	0'031	
IV. termőhelyi osztály. — IV. Standortsklasse.												
13	10	5'4	0'075	1'681	0'053	31'1	1'09	−0'327	0'054	+0'015	0'027	
30	14	8'6	0'138	2'064	0'090	24'0	1'19	−0'160	0'082	+0'037	0'041	
33	15	8'9	0'170	2'314	0'121	26'0	1'44	−0'301	0'090	+0'072	0'045	
34	15	8'8	0'133	2'532	0'094	28'8	1'15	−0'264	0'064	−0'044	0'032	
37	15	9'0	0'102	1'891	0'072	21'0	0'83	−0'200	0'066	−0'027	0'033	
41	16	8'4	0'083	1'950	0'059	23'2	0'74	−0'253	0'052	−0'006	0'026	
42	16	9'5	0'099	2'115	0'070	22'3	0'76	−0'223	0'057	+0'039	0'029	
43	16	9'7	0'096	1'945	0'068	20'1	0'72	−0'219	0'060	+0'039	0'030	
56	18	10'6	0'134	2'604	0'095	24'6	0'93	−0'161	0'062	−0'036	0'031	
57	19	10'2	0'187	3'203	0'132	31'4	1'32	−0'797	0'071	+0'520	0'036	
59	20	10'0	0'129	2'681	0'091	26'8	0'96	−0'551	0'059	+0'192	0'029	
62	20	12'7	0'211	3'164	0'150	24'9	1'25	−0'159	0'082	−0'074	0'041	
68	22	11'0	0'145	2'697	0'102	24'5	0'97	−0'224	0'066	+0'036	0'033	
69	22	10'7	0'127	1'918	0'090	17'9	0'87	−0'345	0'081	+0'082	0'040	
74	23	14'4	0'120	2'271	0'089	15'5	0'71	−0'133	0'068	−0'003	0'034	
83	28	13'3	0'253	2'730	0'180	20'5	1'40	−0'052	0'113	−0'091	0'057	
92	30	13'0	0'205	2'907	0'145	22'3	1'16	−0'269	0'061	+0'132	0'030	

14. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 14.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter		Aritm. átlagátmérő Aritm. Mitteldurchm. (D ₁)	ε (D ₁) +	Szórás (σ) Streuung	ε (σ) +	Variazációs koefficiens Variationskoeffizient (V)	ε (V) +	Aszimmetria Asymmetrie (S)	ε (S) +	Excess (E)	ε (E) +	
	év Jahr	cm											‰
V. és VI. termőhelyi osztály. — V. und VI. Standortsklasse.													
14	10	4·7	0·069	1·328	0·049	28·3	1·12	—0·180	0·064	—0·026	0·032		
28	14	3·1	0·097	1·844	0·068	59·5	2·87	—0·462	0·064	+0·051	0·032		
36	15	6·4	0·141	1·985	0·100	31·0	1·69	—0·265	0·087	—0·052	0·043		
46	16	6·0	0·100	1·564	0·064	26·0	1·26	—0·175	0·079	+0·016	0·039		
64	30	6·8	0·193	2·299	0·137	33·8	2·44	—0·231	0·103	—0·008	0·052		
70	22	7·4	0·136	2·090	0·096	28·2	1·40	—0·243	0·080	+0·053	0·040		
71	23	8·1	0·081	1·399	0·057	17·3	0·73	—0·104	0·071	—0·033	0·036		
78	25	10·3	0·141	2·572	0·099	25·7	1·06	—0·269	0·067	+0·016	0·034		
84	28	7·4	0·379	3·604	0·269	48·7	4·42	—0·154	0·129	—0·068	0·064		
92	30	12·1	0·143	2·848	0·101	23·5	0·86	—0·099	0·062	—0·004	0·031		

A D₁ görbái ugyanazt a futást mutatják, mint a D₂ görbék, csak valamivel alacsonyabban fekszenek azoknál, mert hiszen $D_1 = \sqrt{D_2^2 - \sigma^2}$. A különbség a D₂ és D₁ között kicsi, átlagosan 0·0—0·4 cm között mozog. Ez a különbség a korról nő, de 0·4 fölé nem emelkedik.

15. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 15.

Kor — Alter	I.	II.	III.	IV.	V—V.
	termőhelyi osztály — Standortsklasse				
	szórás — Dispersion				
Év — Jahr	± cm				
5	1·40	1·20	1·02	—	—
10	2·26	2·05	1·80	1·57	1·30
15	2·95	2·68	2·39	2·10	1·78
20	3·54	3·20	2·85	2·51	2·15
25	4·04	3·62	3·24	2·85	2·45
30	4·44	4·00	3·54	3·10	2·65
35	4·76	4·25	3·78	3·28	2·75

A szórásnak az egyes tho.-ra vonatkozó átlagos adatai a 15. sz. táblázatban vannak megadva. A szórás a korról nő és ugyanazon korban a termőhely rosszabbodásával csökken. A szórásnak ez a csökkenése azt je-

lenti, hogy a termőhely rosszabbodásával csökken a vastagsági differenciálódás mértéke, tehát a variációs képesség. A 13. ábrában a szakadozott vonal a különböző termőhelyi osztályok egyenlő nagyságú átlagos átmérőjéhez tartozó szórásokat kötik össze. Ezek a vonalak emelkedő irányúak, tehát ugyanazon átmérő mellett mennél rosszabb a tho., annál nagyobb a szórás. Pl.:

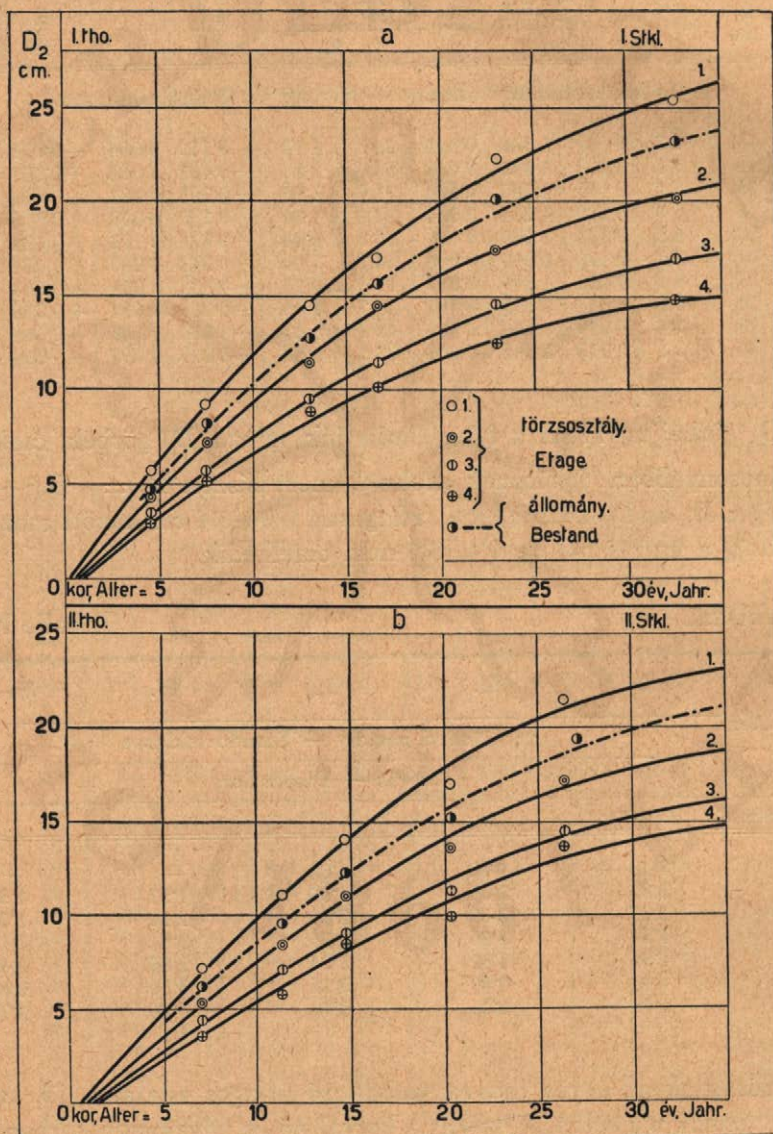


Abb. 11a—11b. ábra.

D cm	S z ó r á s				
	I.	II.	III.	IV.	V—VI. tho.
5	1'35	1'38	1'40	1'46	1'71 cm
8	1'90	1'95	1'97	2'00	2'35 "
14	2'93	3'00	3'05	3'15	— "
18	3'64	3'72	3'80	—	— "

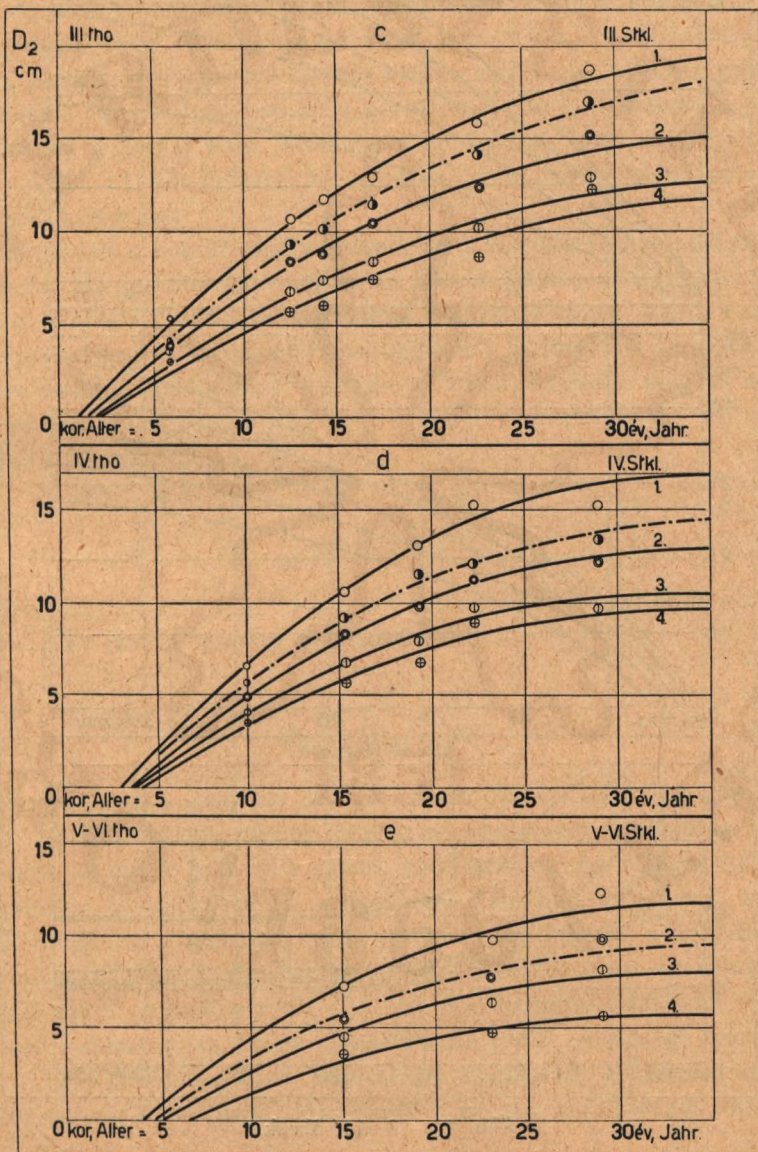


Abb. 11c—11e. ábra.

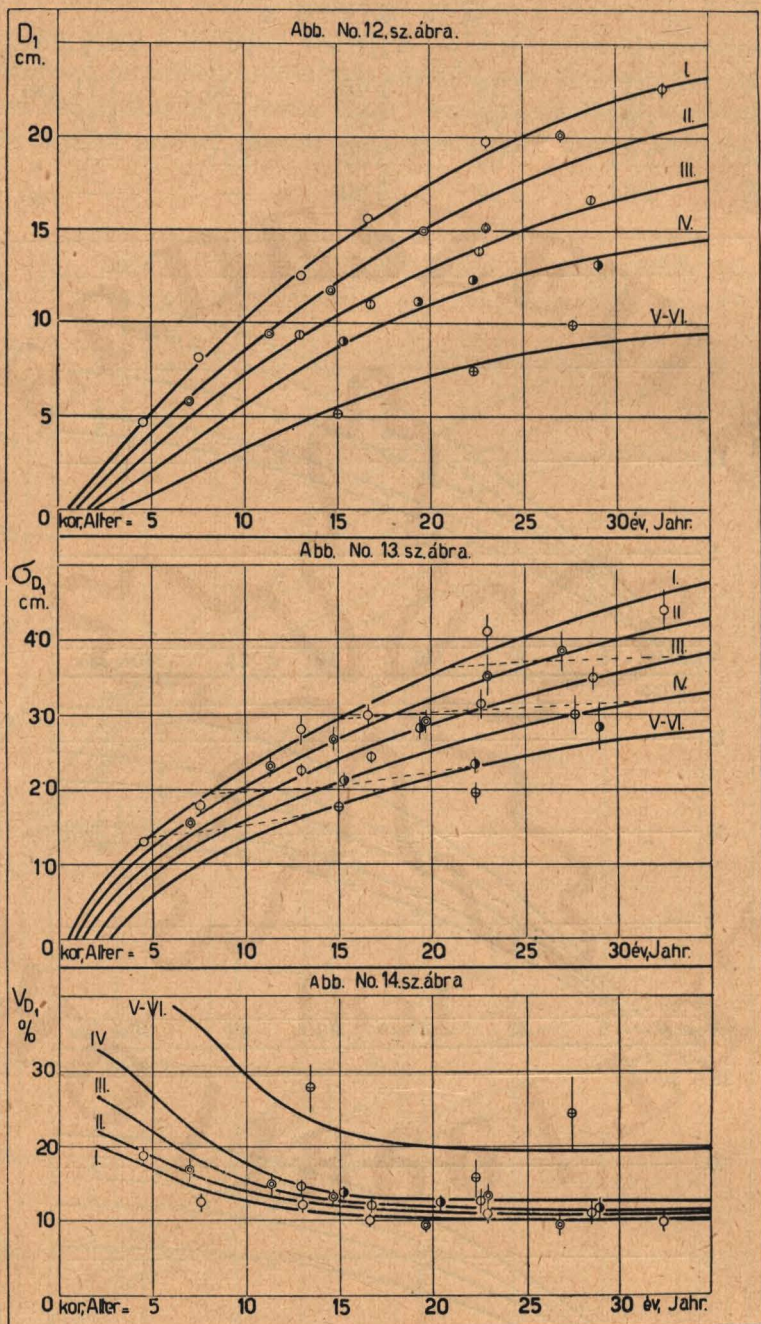


Abb. 12—13—14. ábrák.

A szórásnak ezt a viselkedését ellenőriztem az eredeti adatok alapján. Felraktam azokat termőhelyi osztályonként az átmérő függvényeképp, az egyes termőhelyek kiegyenlítő vonalai egymás alatt feküdtek. Legfelül az V—VI., legalul az I. tho. Ez egyúttal igazolta a grafikus kiegyenlítés helyességét is.

A variációs koefficiens, amely a variabilitás relatív mértéke, a szórással ellentétes viselkedést mutat. A variációs koefficiens értéke a korral csökken és a tho. rosszabbodásával ugyanazon korban emelkedik. Mivel sem az átlagátmérő, sem pedig a szórás nem ad a kor függvényeképpen egyenest, azért a variációs koefficiens értéke sem lehet állandó, mint ahogy azt *Cajanus*¹⁾ feltételezte, hanem a korral változni kell annak. A variációs koefficiensnek a korral való csökkenése azt jelenti, hogy a gyérített akácállományokban az átlagátmérőnek a korral való növekedése relatíve nagyobb, mint a szórásé.

A szórásnak a korral való növekedését a fák eltérő vastagsági növekedése okozza. Ha az állományt alkotó törzsek mind azonos fejlődésűek volnának és ennek megfelelően a vastagodásuk is egyenlő volna, akkor a szórás tulajdonképpen nem változna, mert az egyforma vastagodás következtében a törzsszám mindig ugyanannyi vastagsági fokba oszlana meg és a vastagsági fokokban mindig egyforma törzsszámok szerepelnének. Pl. legyen a megoszlás a következő:

d_{1-3} :	6	8	10	12	14	16	18	20 cm
N :	5	15	30	25	20	10	3	1 db

Egyenletes vastagodást feltételezve és azt egy 5 éves periódus alatt 2 cm-nek véve, 5 év múlva lenne a megoszlás:

d_{1-3} :	6	8	10	12	14	16	18	20	22 cm
N :	—	5	15	30	25	20	10	3	1 db

A két megoszlásnak csak az átlagos átmérője különbözik, de a szórása ugyanaz. A faállományt alkotó törzsek azonban nem egyformán vastagodnak, hanem az egyik jobban, a másik gyengébben. Az átlagos vastagodást az aritmetikai átlagátmérőnek a fejlődése fejezheti ki. Azok a törzsek, amelyek ennél az átlagosnál erőteljesebben fejlődnek, a többihez viszonyítva mintegy előre szaladnak és ennek következtében az átlagon felüli vastagsági fokok számát emelik. Az átlagnál lassabban fejlődik viszont fokozatosan elmaradnak és az átlagátmérőn aluli vastagsági fokok számát emelik. Ennek következtében nemcsak a vastagsági fokok száma, hanem azok törzsszáma is változik. Mindkettő a szórás növekedését okozza. Mi-

¹⁾ *Cajanus*: Über die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. 68. és köv. old.

vel az alkalmazott alacsony áterdöléssel az átlagon aluli növekedésnek hatását erősen csökkentjük, azért ebben az esetben a szórás növekedését az átlagnál erősebb növekedésű törzsek vastagodásának tudhatjuk be.

Az aszimmetria és az excess mérőszáma és a kor, ill. a tho. között fennálló összefüggéseket illetőleg a vizsgált anyag alapján nem tudtam egyértelmű eredményre jutni. Valószínű, hogy ehhez az anyag nem volt elég egyöntetű. A 14. sz. táblázat vonatkozó adatai sem a kor, sem a tho. függvényeképp nem mutatnak fel semmiféle szabályosságot. Ha a különböző tho.-k adatait grafikusan ábrázoljuk, úgy azok teljesen összekeverednek. Nem segített ezen az sem, ha az állományokat ugyanazon tho.-n belül magas, közepes és alacsony törzsszámú csoportokra osztottam. Az egyes tho.-k átlagos aszimmetriája és annak a középhibája a következő:

- I. tho. $S = -0.196 \pm 0.015$
 II. „ $S = -0.232 \pm 0.018$
 III. „ $S = -0.241 \pm 0.014$
 IV. „ $S = -0.240 \pm 0.017$
 V.—VI. „ $S = -0.218 \pm 0.026$

Lényegesebb eltérést csak az I. tho. és a többi között találunk, a többinél az átlagok közötti különbség azok középhibájához viszonyítva csekély, úgy-hogy a mat. statisztika előírása szerint azok nem jellemző eltérések, mert a középhibák háromszorosa nagyobb, mint az egyes átlagok közötti különbségek. Ennek ellenére is valószínűnek látszik az a feltevés, hogy a tho. rosszabbodásával az aszimmetria mérőszáma nő. Az átlagoknál valamivel plauzibilisebbé teszi ezt a megállapítást az alábbi grafikon, amelyben az

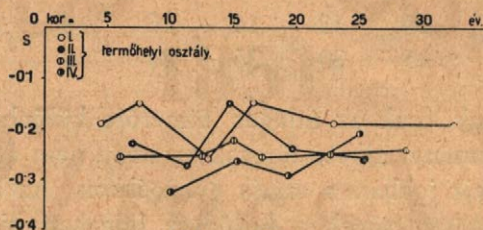


Abb. „E” ábra.

egyes tho. csoportátlagai vannak feltüntetve. Az egyes tho.-k poligonvonalai egymás alatt helyezkednek el nagy általánosságban. Az V—VI. tho.-t nem vettem figyelembe. Az eltér a többitől. Oka ennek részben a gyérítés is lehet, mert az alacsony áterdölés általában emeli az aszimmetriát és az V—VI. tho.-on, amint már említettem, többé-kevésbé megszűnt az alkalmazott gyérítés alacsony jellege. A termőhelyi osztály és az aszimmetria

közötti összefüggés megállapítása céljából kiszámítottam a két tulajdonságra vonatkozó korrelációs koefficiens is. Ennek értéke:

$$r_{s-tho.} = -0.274 \pm 0.105.$$

Ez sem meggyőző. A korreláció a két tulajdonság között meglehetősen kicsi. Mivel a korrelációs koefficiens kiszámításánál az átlagosnál jobb tho.-k +, a rosszabbak — előjellel szerepeltek, azért a korrelációs koefficiens negatív előjele azt jelenti, hogy a termőhely javulásával (emelkedésével) az aszimmetria csökken és fordítva.

Jóllehet egyik eljárás sem vezetett meggyőzően egyértelmű eredményre, mindazonáltal az előzők alapján elfogadhatjuk azt a megállapítást, hogy az aszimmetria mérőszáma a termőhely rosszabbodásával általában nő, azonban ennek számszerű mértékére nézve már nem fogadhatók el megbízhatóknak a fenti adatok.

Az aszimmetriának a kor szerinti változásában még ennyi szabályosságot sem sikerült kimutatni. Az „e” jelzésű ábra szerint csak a IV. tho. mutat határozott irányú változást a korral, amennyiben az aszimmetriája a korral csökken, de a többinél már nincs ez meg. A kor és az aszimmetria közötti korreláció számítás a következő eredményeket adta:

I. tho.	$r_{s-A} = -0.058 \pm 0.223$
II. „	$r_{s-A} = +0.075 \pm 0.283$
III. „	$r_{s-A} = -0.037 \pm 0.204$
IV. „	$r_{s-A} = +0.262 \pm 0.240$

Az első háromnál az összefüggés jóformán nulla és csak a IV.-nél mutat az határozottabb pozitív összefüggést. Ha figyelembe vesszük azt, hogy kettőnél pozitív, kettőnél pedig negatív a korreláció és tekintetbe vesszük azok középhibáját is, akkor nyugodtan állíthatjuk, hogy a vizsgált állományok aszimmetriája a kortól függetlenül variál és az mindegyik th.-ra nézve egy állandó értékkel adható meg. Ezt állapította meg az általa megvizsgált állományokra nézve *Cajanus* és *Ilvessalo*¹⁾ is. Ezzel ellentétes megállapításra jutott *Lönnroth* ²⁾ az általa megvizsgált állományoknál. Ezeknek az aszimmetriája a korral eleinte emelkedett, azután csökkent. Az eltérés okát *Lönnroth* abban jelöli meg, hogy az általa megvizsgált állományok homogénabbak voltak, mint a *Cajanus*, ill. *Ilvessalo* által megvizsgáltak. Lehet, hogy a mi esetünkben is ez az oka annak, hogy az aszimmetria a kortól függetlennek mutatkozott. Azonban éppen *Lönnroth* állapította meg egy olyan összefüggést, amely megerősíti azt a megállapítást, hogy a gyé-

¹⁻²⁾ *Cajanus*, ugyanott 112., 123. old.; *Ilvessalo*: Acta Forestalia Fennica, 1920. 67. old.; *Lönnroth* ugyanott 213. és köv. old.

ritett akácállományokban az aszimmetria a kortól független. Lönnroth az általa megvizsgált állományokra vonatkozólag megállapította, hogy az aszimmetria és az 1. törzsosztály relatív törzsszáma között tekintélyes + kapcsolat áll fenn és ennek következtében az aszimmetria korral való változásának hasonlóan kell lennie az 1. tho. relatív törzsszámának változásához. Ha elfogadjuk ezt a megállapítást, akkor igazolva látszik az a feltevés, hogy a megvizsgált állományok aszimmetriája az egyes tho.-kon belül egy állandó értékkel jellemezhető, mert hisz az első törzsosztály relatív törzsszámának a gévítés utáni kisimított görbéi nem mutatnak fel jelentős változást. A korreláció az egyes tho.-ban az 1. törzsosztály relatív törzsszáma és az aszimmetria között a következő volt:

$$\begin{aligned} \text{I. tho. } r_{s-P_1} &= +0'229 \pm 0'218 \\ \text{II. } " \quad r_{s-P_1} &= +0'443 \pm 0'201 \\ \text{III. } " \quad r_{s-P_1} &= +0'305 \pm 0'181 \\ \text{IV. } " \quad r_{s-P_1} &= +0'128 \pm 0'271 \end{aligned}$$

Az összefüggés a két tulajdonság között nem valami erős, de miután az mindvégig pozitív, feltehető, hogy az aszimmetriának a korral való változása az 1. törzsosztály relatív törzsszámának a változásához hasonló, azonban a grafikus eljárással ezt az összefüggést a kor és az aszimmetria között közvetlenül kimutatni nem lehetett.

Az excess mérőszámának az egyes tho.-kra vonatkozó átlagai a következők:

$$\begin{aligned} \text{I. tho. } E &= -0'000 \pm 0'007 \\ \text{II. } " \quad E &= +0'005 \pm 0'009 \\ \text{III. } " \quad E &= +0'014 \pm 0'006 \\ \text{IV. } " \quad E &= +0'021 \pm 0'008 \\ \text{V—VI. } " \quad E &= -0'006 \pm 0'013 \end{aligned}$$

Az V—VI. tho. itt is elűt a többitől. A többi tho.-nál az átlagos értékek a tho. rosszabbodásával nőnek. Az egyes tho.-k átlagai között az eltérések ugyan itt is kisebbek, mint a középhibájuk háromszorosa, tehát a nem jellemző eltérésekhez tartoznak, azonban — amint már említettem — nem lehet a faállományoknál ilyen szigorú mértékkel mérni. Az excess és a tho.-k korrelációs koefficiens:

$$r_{E-\text{tho}} = -0'125 \pm 0'112$$

nagyon alacsony, iránya negatív, valószínű tehát, hogy az excess a tho. rosszabbodásával nő. Alátámasztja ezt a feltevést az excess és az aszimmetria között fennálló elég tekintélyes negatív korreláció. A vonatkozó koefficiensek a következők:

- I. tho. $r_{s-E} = -0.700 \pm 0.114$
 II. „ $r_{s-E} = -0.854 \pm 0.069$
 III. „ $r_{s-E} = -0.726 \pm 0.097$
 IV. „ $r_{s-E} = -0.798 \pm 0.094$
 V—VI. „ $r_{s-E} = -0.546 \pm 0.234$

A korreláció a két tulajdonság között erős és mivel az összefüggés negatív, azért feltehető (mint ahogy azt *Cajanus* is feltételezte), hogy az aszimmetria és excess ugyanazon tényezőktől függenek, csak ezek a tényezők ellenkező irányban hatnak az egyiknél, mint a másiknál. Ez a kapcsolat, ha nem is olyan erős mértékben, mint az egyes tho.-kon belül, azok között is fennáll. Az egyes tho.-k átlagos aszimmetriája és átlagos excessé között a korrelációs együttható:

$$r_{s-E} = -0.490 \pm 0.152$$

Ha tehát elfogadom, hogy az aszimmetria a tho. rosszabbodásával a negatív irányba nő, akkor a fenti összefüggés következtében az excessnek pozitív irányba kell nőni, mint ahogy az az első 4 tho.-nál tapasztalható is.

Az excess mérőszáma és a kor között a vizsgált anyag alapján nem lehetett összefüggést kimutatni.

A vizsgált állományok vastagság szerinti megoszlása, amint az várható volt, kivétel nélkül az összetett megoszlás jellemző képét mutatta. Ez már az eredeti, ki nem simított törzsszámmegoszlási poligonokból kitűnt. Már ezeknél észrevehető volt, hogy az egész faállományra vonatkozó megoszlási poligonban mutatkozó maximumok, ill. hirtelen esésváltozások az egyes törzssz osztályok maximumaival estek legnagyobbbrészt össze, vagy azok közvetlen közelében voltak. Ezeket a ki nem simított poligonokat helyszűke miatt nem közlöm.

Abból a feltevésből kiindulva, hogy az egyes törzssz osztályokon belül a törzsszámmegoszlás az egyszerű megoszlás törvényeit követi, és az esetleges szabálytalanságok a törzsszám alacsony voltából adódnak, a 15. sz. ábrában lévő összetett megoszlási görbéket úgy szerkesztettem meg, hogy először az egyes törzssz osztályok megoszlási poligonjait simítottam ki egy egyszerű megoszlási görbével és az így nyert 4 megoszlás összegezésével kaptam az egész állományra vonatkozó megoszlási görbét.

Mivel az aszimmetria és excess mérőszáma nem mutatott fel olyan törvényszerűséget, hogy kisimított átlagos aszimmetria és excess mérőszámokat kaphattam volna és azok alapján átlagos megoszlási görbéket vezethettem volna le az egyes korokra és tho.-ra nézve, azért a megoszlás illusztrálására kénytelen voltam a próbaállományok közül néhányat kiválasztani. Az „a” jelzésű ábrák a gyérítés előtti, a „b” jelzésűek a gyérítés utáni állapotra vonatkoznak.

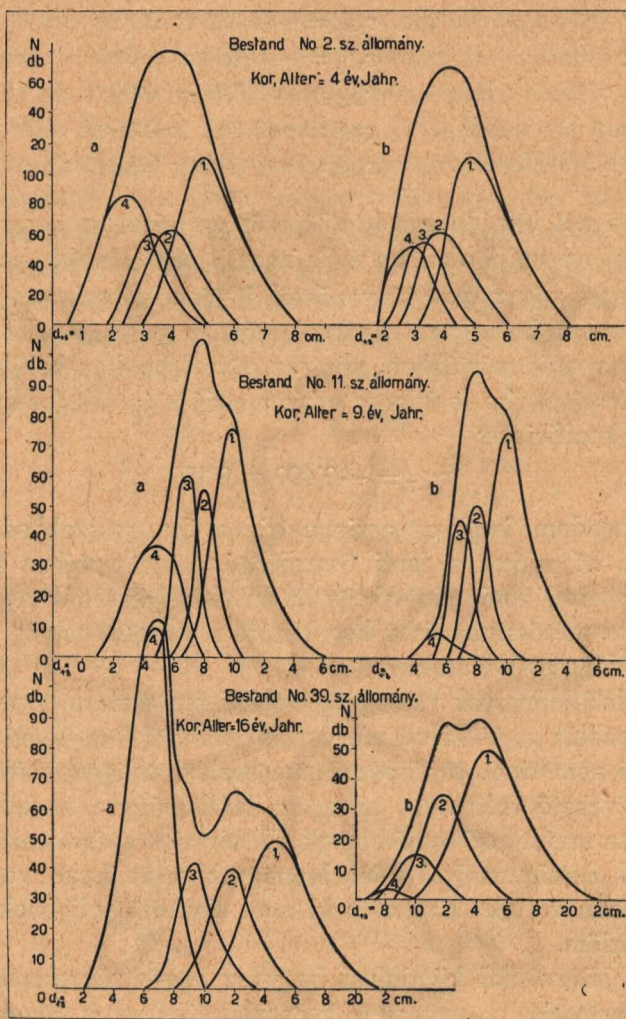


Abb. 15. ábra.

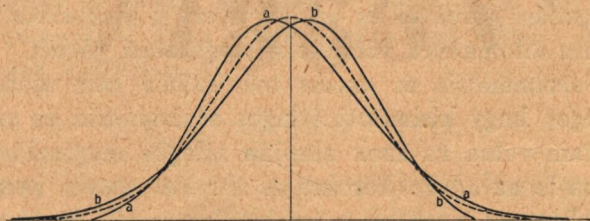


Abb. 16. ábra.

Az állományokra jellemző a vastagsági megoszlás negatív és a magassági megoszlás pozitív aszimmetriája. Ennek a szemléltetésére szolgál a 16. sz. ábra, amely a 88. sz. állomány adatai alapján van kiszámítva és megrajzolva. Az „a” a negatív aszimmetriájú vastagsági megoszlást, a „b” a pozitív aszimmetriájú magassági megoszlást tünteti fel, míg a szaggatott vonallal húzott a Gauss-féle haranggörbe, amely a normális és szimmetrikus megoszlás képviselője. A görbék egymással közvetlenül összehasonlíthatók, mert a szórásnak mint egységnek alapulvételével vannak megszerkesztve.

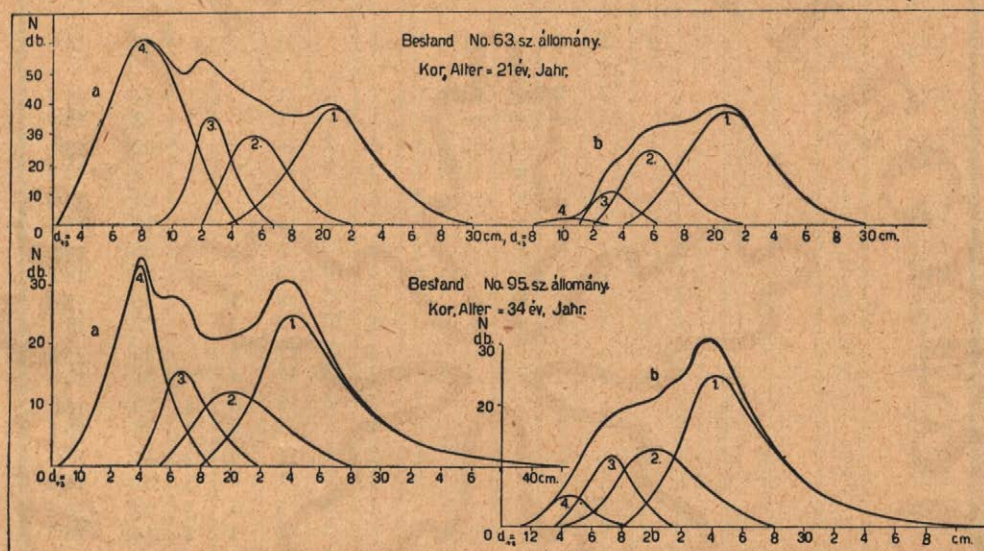


Abb. 15. ábra.

A magassági és a vastagsági megoszlás aszimmetriáját a következőkkel magyarázhatjuk meg.¹⁾ A magassági megoszlás pozitív aszimmetriája hű kifejezője annak, hogy mennyire elsőrendű biológiai faktor a magasság. Mivel a fák csak úgy tudják biztosítani fennmaradásukat, ha a szomszédaikkal legalább megközelítően egyenlő magasságot érnek el, azért, amennyinek ezt az adott viszonyok csak lehetővé teszik, az mind igyekszik is ezt a magasságot elérni. Viszont, ha ezt a magasságot, amely a szomszédok által való túlszárnyalástól megvédi, elérte, akkor nincs meg többé a biológiai indoka annak, hogy a növekedési erélyét továbbra is a magasság fejlesztésére fordítsa, hanem ehelyett a másik biológiai faktor — a korona — kifejlesztéséhez fog. Ennek megfelelően a fák zöme e körül, a fennmaradást biztosító átlagos magasság körül fog elhelyezkedni és ezen át-

¹⁾ Lásd Lönnroth 182—184. old. és Cajanus 108. és köv. old.

16. sz. táblázat.

h (m) d _{1,3} (cm)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	N	h _m
86. sz. állomány — Probebestand Nr. 86																	
5	1	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	5'0
6	.	2	4	6	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	6'4
7	2	1	2	2	5	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	15	7'1
8	.	.	4	0	4	2	3	3	1	.	.	.	.	.	.	16	8'9
9	.	.	.	.	3	3	3	4	3	1	1	.	.	.	.	18	10'6
10	.	.	.	.	.	2	2	4	13	1	1	—	1	.	.	24	11'7
11	.	.	.	.	.	.	.	1	5	8	6	2	—	.	.	22	15'0
12	.	.	.	.	.	.	.	—	1	2	3	1	—	.	.	7	13'1
13	.	.	.	.	.	.	.	—	1	2	8	7	3	.	.	21	13'7
14	.	.	.	.	.	.	.	—	1	2	3	3	3	.	.	21	14'4
15	.	.	.	.	.	.	.	—	1	2	14	13	3	1	.	35	14'6
16	.	.	.	.	.	.	.	1	—	—	9	15	8	3	.	29	14'5
17	.	.	.	.	.	.	.	—	—	—	8	15	7	3	.	36	14'6
18	.	.	.	.	.	.	.	1	—	—	4	14	11	4	.	33	15'0
19	.	.	.	.	.	.	.	0	—	—	8	15	7	3	.	33	15'1
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	13	10	4	.	34	15'4
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	8	8	4	30	15'4
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	7	8	8	4	28	16'1
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	6	11	8	31	16'2
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	6	11	8	31	16'1
25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	5	5	3	17	16'1
26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	5	4	3	16	16'3
27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	5	7	—	.	13	16'3
28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	5	7	—	.	13	16'5
29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	3	2	9	9	16'2
30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	3	2	9	9	16'8
31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	4	1	9	9	16'6
32	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	4	1	9	9	16'6
33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	3	3	17'0
34	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	3	3	17'0
35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	18'0
36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	18'0
37	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	—	—
38	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	—	—
39	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	17'0
40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	17'0
41	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	18'0
42	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	18'0
N	3	5	10	8	13	9	9	13	26	17	47	71	61	45	353	—	—
									1	8	32	64	59	44	16	224	

Tabelle Nr. 16.

[illegible]

lagon felül csak kevés magassági fok lesz képviselve. Ezt az átlagos magasságot nem lehet egy határozott számértékkel megadni még ugyanazon állományra nézve sem, mert azon belül is ingadozik annak értéke, de tájékozódásul szolgálhat erre nézve az ú. n. modus érték, vagyis az a magassági érték, amely a legnagyobb törzsszámmal van az állományban képviselve. A magassági megoszlás görbéjében ez a maximális ordináta abszcisszájának felel meg. Azok a törzsek viszont, amelyek nem tudták ezt a szükséges magasságot elérni, elmaradnak a többitől és a magasságbeli különbség ezek és a többi törzsek között mindinkább nagyobb lesz. Ezek a visszamaradó törzsek nem pusztulnak el mindjárt, hanem ebben az elnyomott állapotban még viszonylag hosszú ideig tengetik életüket. Mennél szívósabbak ezek az egyedek, annál nagyobb lesz a magasságbeli különbség ezek és a többi között, tehát annál több magassági fok iktatódik az említett átlagos magasság és a legalacsonyabb törzs közé. A modus értéken aluli törzsek tehát sokkal több magassági fokba oszlanak szét, mint a moduluson felüliek és ennek következtében megnyújtják a megoszlási görbének a modustól balra eső részét és így pozitív aszimmetriát hoznak létre.

A magassággal szemben az átmérőnek biológiai jelentősége csekély. A fák viszonylag kisebb átmérő mellett is életképesek, csak a kellő magasságuk legyen meg. Az átmérőt illetőleg nincs az a konkurrencia a fák között, mint a magasságnál. A törzsek egy részének erősebb mérvű vastagodása nem veszélyezteti a szomszédok fennmaradását, tehát nem is vált ki versenyt a többiekből és ezért ezek a törzsek a többieket jóval megelőzhetik és így az átlagosnál nagyobb értékek felé nyújtják meg a görbét.

A magasság és az átmérő között az összefüggés általánosan ismert. Kifejezője és egyúttal általánosan ismert formája ennek az állomány magassági görbéje, amely az átmérő függvényeképp tünteti fel a magasságot és amelyről bármely vastagsági fok átlagos magassága leolvasható. A magassági görbe azonban nem ad felvilágosítást arra nézve, hogy az általa képviselt átlagértékek milyen szélsőségeket takarnak, milyen határok között ingadozik az ugyanazon vastagsági fokba tartozó törzsek magassága. Csak ennek az ismerete alapján lehetne megítélni azt, hogy valamely magassági görbe, amelyet mindig csak a törzsek egy töredékének a megmérése alapján szerkesztünk meg, mennyire megbízható, továbbá azt, hogy mennyi törzs magasságát kell megmérnem, ha azt akarom, hogy a magassági görbe adatai és az azok alapján számított fatömeg egy bizonyos hibahatáron alul maradjon. Érdekes bepillantást enged ebbe a kérdésbe a 86. és 88. sz. állomány, amelyekben minden egyes törzs magassága közvetlenül megmértetett.

A 16. sz. táblázatban a 86. és 88. sz. állományok teljes magassági és vastagsági megoszlása van feltüntetve 1 m-es magassági, ill. 1 cm-es vas-

tagsági fokokként. A vékonyan szedett számok a gyérités előtti, a vastagon szedett a gyérités utáni állapotra vonatkoznak. A táblázat adataiból kitűnik, hogy az átmérő és a magasság bizonyos fokig ellentétes viselkedést mutat. Amíg ugyanis a magassági fokok száma az egyes vastagsági fokokban az átmérő nagyobbodásával általában csökkenő irányt mutat, addig az egyes magassági fokokban a vastagsági fokok száma a magasság növekedésével emelkedő tendenciát mutat. Pl. a 86. sz. állománynál gyérités előtt a 19–26 cm-es vastagsági fokokban a magassági fokok száma 3–4, a 7–18 cm-es vastagsági fokokban pedig 5–8. Ezzel szemben a 4–12 m-es magassági fokok 3–7, a 12–18 m-esek pedig 9–13 vastagsági fokban osz-

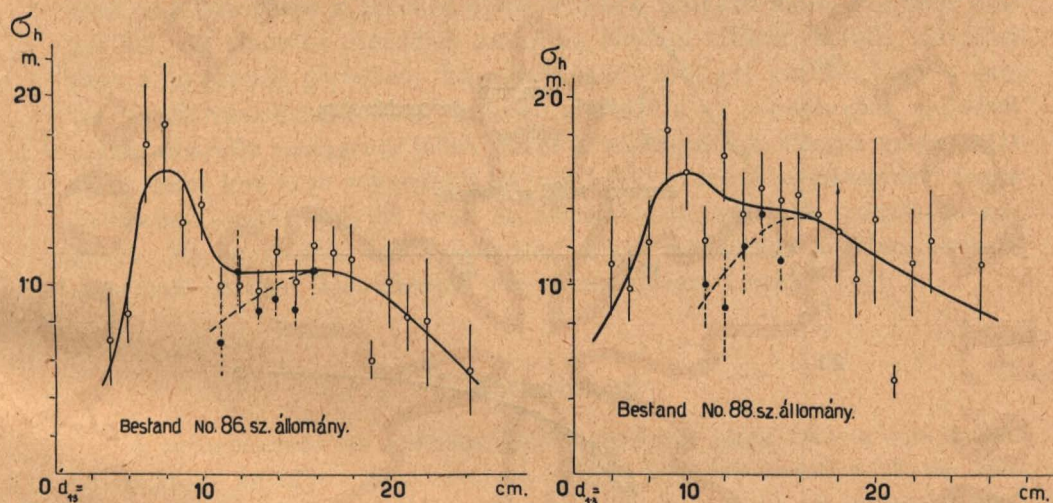


Abb. 17. ábra.

lanak meg. A másik jellemző eltérés, hogy amíg a magassági megoszlásnál a 18 m-es magasság éles határként zárja le az állomány magassági kiterjedését és ezt a felső határt a 16–26 cm-es, tehát olyan törzsek alkotják, amelyeknek átmérője tág határok között mozog, addig a vastagsági megoszlásnál ilyen határ nem képződik és a legnagyobb vastagságot csak alig egy-két törzs éri el. Ez a jelenség egyúttal kellően szemlélteti a magassági és vastagsági megoszlás aszimmetriájának keletkezéséről mondottakat is.

Ugyanazon átmérő mellett, amint látható, a magasság elég tekintélyes ingadozásokat tüntet fel. Ha az egyes vastagsági fokok törzsszáma egyenlő volna, akkor a vastagsági fokon belüli magassági variáció jellemzésére elegendő volna ezeknek a számát megadni. Hogy azonban az egyes vastagsági fokok eltérő törzsszáma is kellő figyelemben részesüljön, azért én az egyes vastagsági fokok magassági variációjának jellemzésére kiszámítottam azoknak a szórását és ezeket grafikusán ábrázoltam (lásd 17. sz. ábrát).

Az egyes pontokon keresztülmenő függőleges vonalak a háromszoros közép-
hibát jelentik, amelyek a kiegyenlítő görbe megrajzolásánál jó szolgálatot
tettek. A szakadozott vonal a gyérítés utáni állapotra vonatkozik. A szó-
rás eleinte emelkedik, azután esik, az esés azonban nem egyenletes, mert

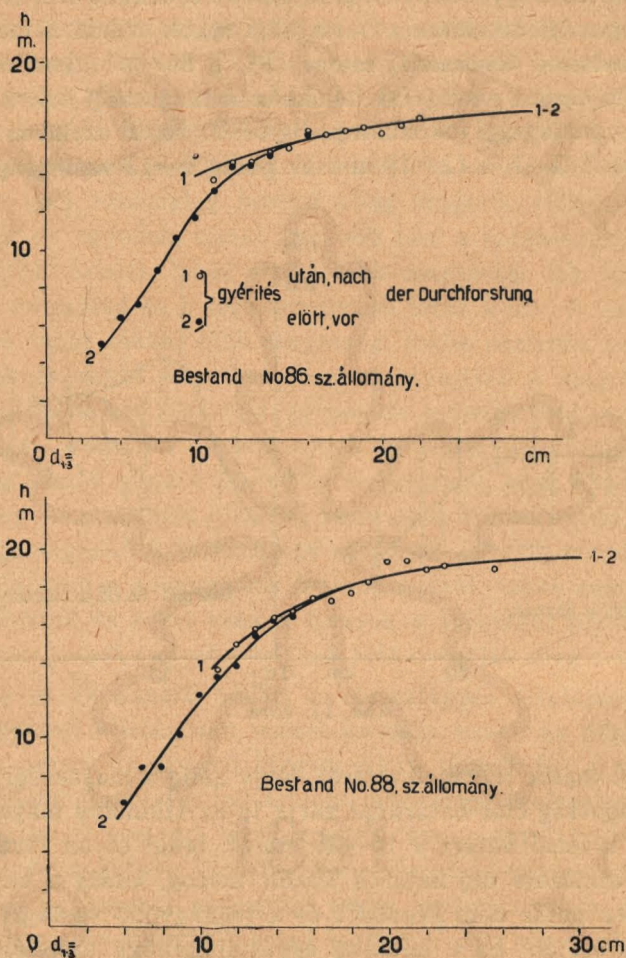


Abb. 18. ábra.

a középső átmérők körül meglehetősen azonos szinten mozog. A gyérítés
után azonban határozottan parabolikus formát mutat az. Mit jelent most-
már a szórásnak ez a változása? Ezt legegyszerűbben egy példával tudom
megvilágítani. Pl. a 86. sz. állománynál a gyérítés előtt a 8 cm-es törzsek
magassági szórása $\pm 1'853$ m, a 13 cm-eseké $\pm 0'967$ m. Ha én mind a két
vastagsági fokból egyenlő számú, mondjuk öt törzs magasságát megmértem
és ezek átlagát fogadom el a vastagsági fog átlagos magasságául, akkor az

így meghatározott átlagos magasságnak a középhibája annyszor lesz nagyobb a 8 cm-es vastagsági foknál, mint ahányszor annak szórása nagyobb a 13 cm-es törzsek szórásánál. Vagyis a 13 cm-es törzsekre vonatkozólag pontosabb eredményt várhatok egyenlő számú törzs megmérése esetén, mint a 8 cm-esekre vonatkozólag. Mennél kisebb tehát a szórás, annál kevesebb törzs magasságát kell megmérnem, hogy ugyanazt a pontosságot érjem el. Természetes, hogy egy-egy vastagsági fokból kevesebb törzs magasságát kell megmérnem, ha azok alapján magassági görbét szerkesztek, mert a grafikus kiegyenlítéssel az egyes vastagsági fokok hibái kiegyenlítődnek.

A gyérítésnek a magassági görbére való befolyását szemlélteti a 18. sz. ábra. Az 1-es görbe a gyérítés utáni, a 2-es a gyérítés előtti állapotot tünteti fel. Az alacsony áterdőlés, amint az ábrából kitűnik, kétféle változást okoz a magassági görbében. Egyrészt megrövidíti azt azáltal, hogy a legvékonyabb vastagsági fokokat teljesen eltávolítja az állományból, másrészt a visszamaradó vastagsági fokok közül a vékonyabbak átlagos magasságát emeli, mert hisz ezen vékonyabb törzsek közül a dolog természeténél fogva elsősorban azokat hagyjuk benn az állományban, amelyek magassága nagyobb. Az átlagmérőn felüli vastagsági fokok magassága azonban semmit, vagy csak egészen jelentéktelen mértékben változott meg.

8. Körlapösszeg.

A próbaállományok gyérítés előtti és gyérítés utáni 1 ha-ra átszámított tényleges és az egyes törzssztyályok relatív körlapösszegeit a 17. sz. táblázat foglalja magába. A 19. sz. ábrában az egyes tho-k körlapösszeg görbéi ezen táblázat adatai alapján vannak megszerkesztve. A grafikus kiegyenlítés helyességét azután úgy ellenőriztem, hogy a már kisímitott átlag-átmérő- (D_2) és törzsszámgörbék adatai alapján a $G = N \cdot g$ képlettel kiszámítottam az 5—10—15 stb. éves korokra vonatkozólag a körlapösszeget és az így nyert értékeket összehasonlítottam a grafikus kiegyenlítés eredményével. Az eltérés mindenhol 0.1—0.2 m²-en alul maradt, ezt pedig az okozta, hogy a magas törzsszámmal való szorzás következtében az átlagmérőnek csak egy tizedes pontossággal való leolvasása nem elegendő. A grafikus kiegyenlítés tehát nagyon megbízhatónak bizonyult.

A körlap növekedése, amint az a görbékben is kitűnik, a fiatal korban a legnagyobb és később erősen megcsappan. A körlap növekedésének ez a csökkenése erőteljesebb, mint a magasságé vagy az átmérőé, amit a törzsszám csökkenése okoz. Az egyes ötéves periódusok körlapnövedékai a 18. sz. táblázatban a maximális növedékhez viszonyítva vannak megadva. A körlapnövedék az idősebb korokban, amint a számadatokból kitűnik, már csak egy töredékét teszi ki a maximálisnak, sőt a legrosszabb tho.-n negatívvá lesz,

17. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 17.

A próballomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter év Jahr	Gyérítés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforstung	Relativer Anteil der Az				A próballomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter év Jahr	Gyérítés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforstung	Relativer Anteil der Az									
			1.	2.	3.	4.				1.	2.	3.	4.						
			törzsszotály körlopösszege az egész körlopösszeg százalékában Etage							törzsszotály körlopösszege az egész körlopösszeg százalékában Etage									
			%							%									
I. termőhelyi osztály. I. Standortsklasse.												93	30	e	32.7	63.5	14.0	9.9	12.6
1	4	e*)	8.1	57.4	16.6	11.5	14.5	94	31	e	27.1	76.1	16.1	7.1	0.7				
		u	6.2	72.2	18.2	8.6	1.0			u	28.3	60.3	20.9	9.4	9.4				
2	4	e	6.1	61.9	17.7	10.1	10.3	95	34	e	23.5	72.2	22.8	4.6	0.4				
		u	5.7	65.0	18.4	10.1	6.5			u	27.0	63.4	16.8	8.0	11.8				
3	5	e	10.7	63.1	13.3	9.6	14.0	96	35	e	23.8	71.3	19.0	7.7	2.0				
		u	8.7	75.2	13.8	7.6	3.3			u	30.2	74.8	14.3	4.4	6.5				
4	5	e	6.5	57.4	21.2	14.4	7.0	II. termőhelyi osztály. II. Standortsklasse.											
		u	6.1	60.8	22.3	13.8	3.1												
7	6	e	8.4	68.2	17.3	7.3	7.2	6	6	e	7.4	75.1	17.2	6.1	1.6				
		u	7.7	74.6	19.0	6.0	0.4			u	7.3	76.5	17.2	5.8	0.5				
8	7	e	9.0	63.8	20.1	8.5	7.6	9	8	e	9.1	59.9	22.1	11.3	6.7				
		u	7.9	71.0	20.7	7.8	0.5			u	7.7	66.4	21.4	10.4	1.8				
10	8	e	11.0	69.0	16.4	10.3	4.3	12	10	e	15.8	52.0	14.5	13.1	20.4				
		u	10.1	75.1	16.7	7.7	0.5			u	9.6	74.2	16.7	8.2	0.9				
11	9	e	14.5	64.3	15.7	12.0	8.0	16	12	e	18.7	52.3	16.5	12.7	18.5				
		u	12.8	71.7	16.6	10.1	1.6			u	14.3	67.6	20.8	10.5	1.1				
23	13	e	19.3	58.5	19.9	11.3	10.3	20	12	e	17.1	48.8	28.1	12.2	17.9				
		u	16.4	67.4	20.7	9.8	2.1			u	13.4	61.6	25.8	9.8	2.8				
26	13	e	20.0	52.2	19.8	11.2	16.7	29	14	e	18.9	54.4	22.3	13.0	10.3				
		u	15.6	67.0	23.7	8.5	0.8			u	15.0	68.7	24.9	6.3	0.1				
39	16	e	23.4	54.8	18.6	10.1	16.5	31	14	e	17.1	57.6	14.3	11.2	16.9				
		u	17.6	72.1	21.5	5.9	0.5			u	13.6	71.0	16.5	10.7	1.8				
40	16	e	21.6	65.0	13.2	8.9	12.9	44	16	e	18.0	54.8	22.9	11.0	11.3				
		u	18.7	75.9	14.1	8.3	1.7			u	15.2	64.8	26.2	8.7	0.3				
47	16	e	17.0	67.7	22.9	7.0	2.4	58	19	e	22.3	67.4	15.6	10.6	6.4				
		u	16.0	71.7	23.0	5.3	—			u	20.4	73.8	16.9	8.9	0.4				
49	17	e	26.9	59.6	14.6	10.2	15.6	60	20	e	23.8	60.5	18.9	9.9	10.7				
		u	20.1	77.8	17.1	4.9	0.2			u	19.8	71.4	21.7	6.9	—				
54	18	e	24.3	63.9	15.6	10.1	10.4	61	20	e	19.7	59.4	23.7	12.2	4.7				
		u	19.2	80.2	16.2	3.6	—			u	18.3	63.6	25.3	10.5	0.6				
63	21	e	27.2	56.6	18.5	10.4	14.5	67	22	e	21.5	63.2	15.9	9.8	11.1				
		u	20.2	75.4	20.1	0.4	0.5			u	18.8	70.7	17.9	9.0	2.4				
77	25	e	26.1	62.4	19.9	10.2	7.5	76	24	e	26.7	60.5	17.3	10.8	11.4				
		u	22.9	70.8	20.8	7.9	1.5			u	21.7	72.4	19.1	7.8	0.7				

*) e = vor der Durchforstung, u = nach der Durchforstung.

*) e = vor der Durchforstung, u = nach der Durchforstung.

17. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 17.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter év Jahr	Gyértés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforstung	Relativer Anteil der Az					A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter év Jahr	Gyértés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforstung	Relativer Anteil der Az				
			1. 2. 3. 4.				1. 2. 3. 4.								
			törzsszotaly körlopösszege az egész körlopösszeg százalékában Etagé				törzsszotaly körlopösszege az egész körlopösszeg százalékában Etagé								
			%				%								
80	26	e u	21·2 20·1	68·4 72·1	21·8 22·8	7·3 4·9	2·5 0·2	53	18	e u	18·9 15·2	57·9 71·4	17·3 20·8	9·1 6·5	15·7 1·3
81	27	e u	22·0 21·2	67·5 70·3	23·1 24·0	7·9 5·5	1·5 0·2	55	18	e u	16·5 14·5	62·8 71·2	18·2 19·9	8·9 8·3	10·1 0·6
82	28	e u	24·5 22·2	58·6 64·8	25·0 26·8	12·0 8·4	4·4 —	65	22	e u	21·8 18·9	63·6 71·8	18·6 20·9	8·8 6·7	9·0 0·6
III. termőhelyi osztály. III. Standortsklasse.															
5	6	e u	5·6 5·4	68·7 69·4	19·0 19·8	10·5 9·8	1·8 1·0	73	23	e u	18·7 17·0	65·6 72·2	19·9 21·4	8·8 6·1	5·7 0·3
17	12	e u	15·8 12·2	51·0 63·7	20·9 25·0	11·5 10·0	16·6 1·3	85	28	e u	24·7 20·9	61·9 71·5	18·8 21·3	12·5 6·6	6·8 0·6
18	12	e u	15·7 12·2	51·2 63·5	22·2 26·6	11·1 8·2	15·5 1·7	86	28	e u	24·0 18·6	58·1 71·6	17·9 21·3	14·5 7·1	9·5 —
21	13	e u	13·0 10·8	53·0 66·8	24·0 27·1	12·3 5·8	10·7 0·3	87	28	e u	24·0 17·7	55·3 74·6	17·2 20·3	10·4 5·1	17·1 —
22	13	e u	14·6 12·0	54·5 66·0	21·0 23·4	10·9 8·3	13·6 2·4	88	29	e u	28·2 21·8	55·7 75·7	20·7 25·0	11·8 3·3	11·8 —
27	14	e u	14·9 11·7	52·9 67·7	24·0 29·9	10·5 2·0	11·9 0·4	89	29	e u	24·2 18·6	55·9 71·1	23·4 26·2	12·6 2·6	8·1 0·1
32	14	e u	15·8 13·5	56·3 66·4	21·2 24·2	11·0 7·9	11·5 1·5	90	30	e u	23·5 20·3	50·8 57·6	28·0 31·3	12·2 10·3	9·0 0·8
35	15	e u	12·9 12·5	66·0 68·1	20·7 21·1	8·3 8·2	5·0 2·6	IV. termőhelyi osztály. IV. Standortsklasse.							
38	16	e u	15·0 13·0	68·6 77·8	15·7 16·8	7·9 5·3	7·8 0·1	13	10	e u	7·8 6·2	68·0 73·7	16·2 15·3	9·1 7·5	6·7 3·5
45	16	e u	13·2 12·5	64·4 68·5	23·8 23·9	9·4 7·2	2·2 0·4	30	14	e u	12·1 9·8	53·2 65·9	22·9 28·1	10·6 5·6	13·3 0·4
48	17	e u	19·3 15·9	58·7 70·9	23·3 25·2	9·2 3·8	8·8 0·1	33	15	e u	14·7 11·7	46·5 58·6	27·9 34·4	15·6 6·9	10·0 0·1
50	17	e u	15·0 13·2	61·7 70·1	15·1 16·7	9·7 9·0	13·5 4·2	34	15	e u	15·2 11·7	58·3 74·8	13·6 17·1	9·5 7·4	18·6 0·7
51	17	e u	20·7 16·6	56·1 70·1	15·4 18·4	10·0 9·7	18·5 1·8	37	15	e u	12·4 11·3	63·1 69·2	21·6 22·4	10·7 7·4	4·6 1·0
52	17	e u	14·8 13·2	59·1 66·3	20·3 22·5	10·8 10·0	9·8 1·2	41	16	e u	10·9 10·2	57·5 60·6	24·3 25·5	13·2 12·0	5·0 1·9

17. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 17.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes		Alter Kor	Gyérítés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforst.	Az áll. körlepősege Kreislächensumme des Bestandes	Relativer Anteil der Az				A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Alter Kor	Gyérítés előtt ill. után Vor bzw. nach der Durchforst.	Az áll. körlepősege Kreislächensumme des Bestandes	Relativer Anteil der Az			
év Jahr	m ²	1.			2.	3.	4.	év Jahr		m ²			1.	2.	3.	4.
		törzsszótály körlepősege az egész körlepősszeg százalékában Etage				törzsszótály körlepősege az egész körlepősszeg százalékában Etage										
		‰				‰										
42	16	e u	12·7 11·4	56·7 63·1	23·1 25·3	11·7 10·4	8·5 1·2	V. és VI. termőhelyi osztály. V. und VI. Standortsklasse.								
43	16	e u	10·0 9·9	60·2 60·9	27·4 27·6	11·1 10·4	1·3 1·1	14	10	e u	6·8 5·9	52·2 60·8	17·4 19·3	12·3 12·9	18·1 7·0	
56	18	e u	13·2 12·2	65·4 70·5	18·9 19·9	8·9 8·5	6·8 1·1	28	14	e u	4·0 4·0	35·5 35·5	18·8 18·8	15·6 15·6	30·1 30·1	
57	19	e u	16·2 13·2	53·0 65·0	22·3 27·1	13·6 7·5	11·1 0·4	36	15	e u	8·6 7·0	59·2 71·0	14·9 15·0	13·2 9·3	12·7 4·7	
59	20	e u	14·6 12·2	52·7 57·3	24·9 29·4	14·6 12·9	7·8 0·4	46	16	e u	3·2 3·0	51·7 52·9	23·5 23·4	15·3 15·4	9·5 8·3	
62	20	e u	16·1 14·1	63·8 72·6	18·4 20·8	8·1 5·6	9·7 1·0	64	22	e u	5·7 4·8	53·2 59·6	24·2 23·3	13·8 11·3	8·8 5·8	
68	22	e u	14·8 14·6	60·7 61·7	18·3 18·7	12·5 11·9	8·5 7·7	70	22	e u	6·7 6·8	64·2 69·7	18·4 18·2	8·0 6·7	9·4 5·4	
69	22	e u	14·7 13·2	60·7 67·0	23·8 23·4	10·5 9·6	5·0 —	71	23	e u	12·4 9·8	59·4 73·1	21·3 22·3	8·4 4·2	10·9 0·4	
74	23	e u	15·8 15·0	61·3 64·6	25·5 26·9	9·7 8·2	3·5 0·3	78	25	e u	13·6 11·8	55·4 64·0	21·2 23·4	12·2 11·4	11·2 1·2	
83	28	e u	16·3 14·9	51·2 56·1	31·7 33·6	12·9 10·3	4·2 —	84	28	e u	6·6 4·0	53·0 60·5	22·6 20·3	15·1 13·1	9·3 6·1	
92	30	e u	18·5 15·6	56·7 66·9	25·0 25·7	12·5 7·2	5·8 2·2	91	30	e u	14·3 12·1	48·0 56·2	25·0 26·8	17·3 14·3	9·7 2·7	

18. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 18.

Kor — Alter	I.	II.	III.	IV.	V—VI.
	termőhelyi osztály — Standortsklasse				
	$\frac{z_v}{z_{vmax}} \cdot 100$				
Év — Jahr					
0—5	100	95	79	24	7
5—10	94	100	100	100	96
10—15	66	75	79	88	100
15—20	44	53	56	56	57
20—35	29	35	36	20	21
25—30	23	25	23	9	0
30—35	16	12	8	2	-11

tehát a körlapösszeg csökken. A törzsszámapadás által okozott körlapvesztés itt tehát már nagyobb, mint a visszamaradó törzsek vastagodása által okozott gyarapodás. A 18. sz. táblázat adataiból az is kitűnik, hogy a növedék maximuma a tho. rosszabbodásával magasabb korra tolódik át.

Az egyes törzssosztályok relatív körlapösszegét a 20–21. sz. ábrák tüntetik fel. A 20. sz. a gyérités előtti, a 21. sz. a gyérités utáni állapotra vonatkozik. A görbék futása ugyanolyan, mint a relatív törzsszám görbéinek a futása, azzal a különbséggel, hogy a súlypont az első törzssosztály

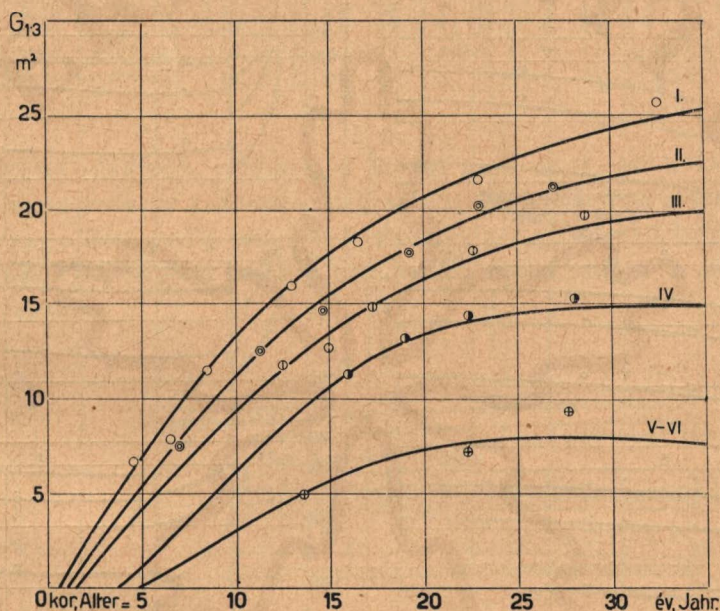


Abb. 19. ábra.

felé tolódott el, vagyis ennek a görbéje és ennek következtében a többi görbe is magasabban fekszik, mint a relatív törzsszámé. Ez természetes, mert a relatív törzsszámból a relatív körlapösszeget a $\frac{g_1}{g} = \frac{d_1^2}{d^2}$ tényezővel való szorzás útján kapom, ahol g , ill. d az egész állomány, g_1 , ill. d_1 pedig az egyes törzssosztályok átl. körlapja, ill. átmérője. Mivel pedig — amint láttuk — $d_1 > d > d_2, d_3$, ill. d_4 , azért az 1. törzssosztály relatív körlapösszege nagyobb, a többié pedig alacsonyabb, mint a relatív törzsszámuk.

Az első törzssosztály görbéje a 100%-ot jelző vízszintes vonalat nem az abszcisszatengely 0 pontjában, hanem attól valamivel jobbra metszi, mert mindaddig, amíg a második törzssosztályba tartozó törzsek a mellmagasságot el nem érik, az állomány körlapösszege 100%-ig az első törzssosztály-

ból kerül ki. Csak amikor a második törzssosztály törzsei elérik a mellmagasságot, kezd az első törzssosztály %-os aránya csökkenni. Ez a csökkenés kb. a 10–15 éves korig tart (gyérités előtti állapot) és azután ismét

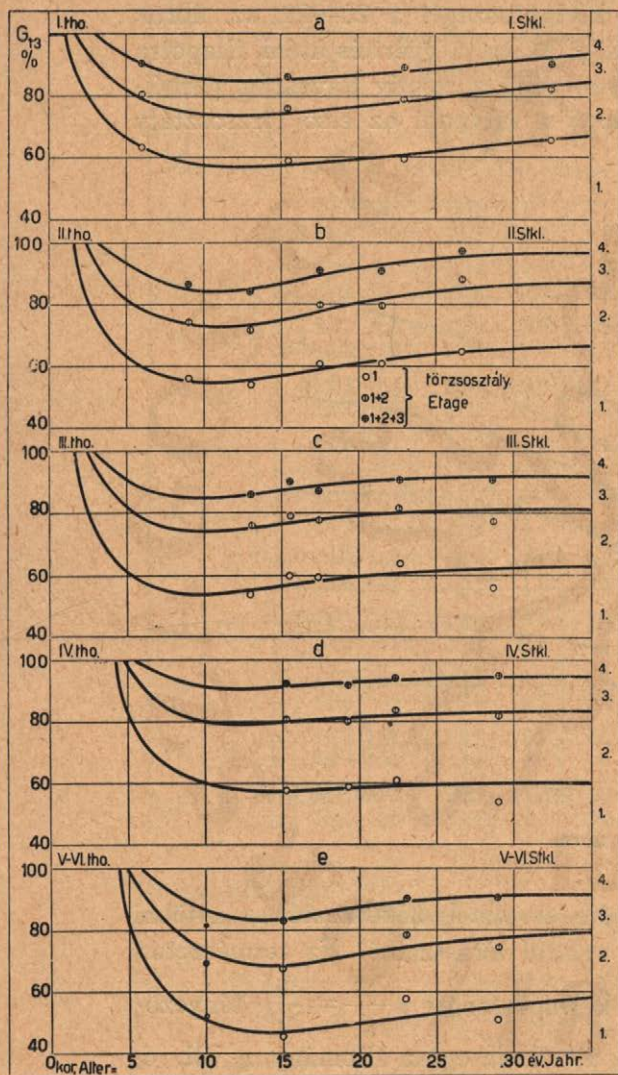


Abb. 20. ábra

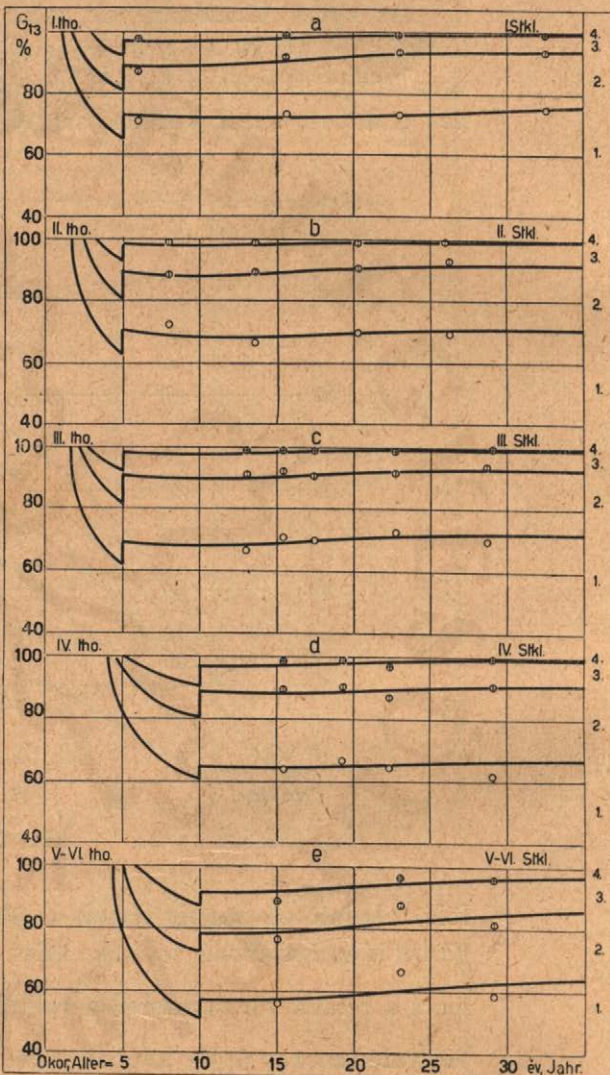


Abb. 21. ábra.

emelkedik a görbe. A visszamaradó állomány görbéje tulajdonképpen itt is fogazott volna. Az egyes törzssosztályok relatív körlapösszegét (gyérités után) az egyes tho.-ra vonatkozólag a 19. sz. táblázat foglalja magába.

A törzssosztályonként csoportosított relatív körlapösszegek grafikus ábrázolását a 22. sz. ábra tünteti fel. Amint a számadatokból és a grafikon-

19. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 19.

Kor Alter Év Jahr	Az — Die Grundflächen der																			
	1.					2.					3.					4.				
	törzsosztály körlapösszege az — Etagen in der																			
	I	II	III	IV	V—VI	I	II	III	IV	V—VI	I	II	III	IV	V—VI	I	II	III	IV	V—VI
tho-ban az egész körlapösszeg %-ban — Standortsklasse in Prozenten der ganzen Grundfläche																				
5	72	70	69	—	—	17	19	21	—	—	8	9	8	—	—	3	2	2	—	—
10	72	69	68	64	57	17	19	22	25	22	8	10	8	8	13	3	2	2	3	8
15	72	69	69	64	58	19	20	22	25	22	7	9	8	8	13	2	1.5	1.5	2.5	8
20	73	70	70	65	59	19	21	22	24	22	7	8	7	9	13	1	1	1	2	6
25	74	71	71	66	61	19	21	22	24	22	6	7	6	9	12	1	1	1	1	5
30	75	71	72	67	63	19	21	21	24	22	6	7	6	9	11	0.5	0.5	0.5	0.5	4
35	76	71	72	67	65	18	21	21	24	22	5	7	6	9	11	0.5	0.5	0.5	0.5	3

ból is kitűnik, nagyobb változást a korral csak az 1. és 4. törzsosztály mutat, amennyiben az 1. törzsosztály relatív körlapösszege a korral emelkedik, a negyediké pedig esik. A 2. törzsosztály relatív körlapösszege állandó, vagy csak nagyon csekély emelkedést mutat, míg a 3. törzsosztály keveset csökken.

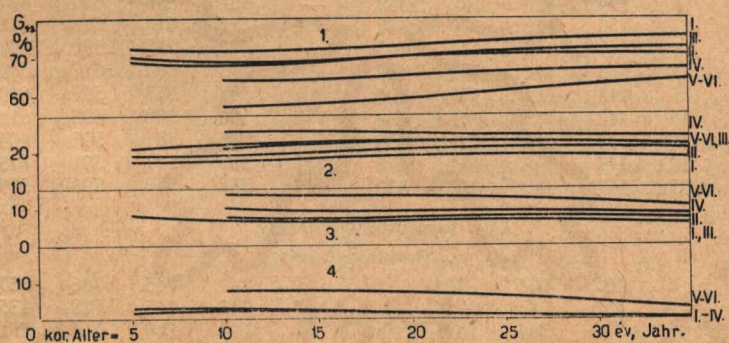


Abb. 22. ábra.

9. Az alakszám és fatömeg.

Az alakszám adatait a 20. sz. táblázat foglalja magába. Az adatok kiszámítására vonatkozólag meg kell jegyeznem, hogy az összesfaalakszám kiszámításánál az összesfatömeg magába foglalta a vastag- és vékonyfán kívül a tuskó- és gyökérfát is. Az összesfatömeg értelmezése tehát eltér a megszokottól. Indokoltá teszi ezt az a körülmény, hogy az akácot tuskóstól használjuk ki és az így kikerült tuskó- és gyökérfa szintén az értékesítés tárgyát képezi. Az egyes alakszámokat mind az egész állományra, mind

20. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 20.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes			Derbholzformzahl der Az				Gesamtholzformzahl ²⁾ der Az				
	Kor Alter	Az állomány des Bestandes	1.	2.	3.	4.	Az állomány des Bestandes	1.	2.	3.	4.
			törzssosztály Etagé					törzssosztály Etagé			
	év Jahr	vastagfaalak száma ^{1/1000}				összesfaalak száma ¹⁾ ^{1/1000}					
I. termőhelyi osztály.											
I. Standortsklasse.											
1	4	25	29	0	0	0	845	807	846	986	1152
2	4	54	76	4	0	0	804	744	830	996	1222
3	5	103	131	7	0	0	729	719	756	823	889
4	5	67	99	8	2	0	748	730	736	789	996
7	6	258	293	104	1	0	756	756	715	805	932
8	7	192	239	75	11	0	723	730	689	677	664
10	8	350	372	295	171	151	725	732	720	718	666
11	9	326	366	261	144	42	663	658	680	694	703
23	13	421	445	392	342	281	666	673	673	649	545
26	13	402	418	377	329	294	630	634	628	607	589
39	16	418	434	395	358	285	631	636	639	630	606
40	16	408	427	383	336	254	626	636	632	624	592
47	16	439	450	422	388	—	634	636	634	627	—
49	17	434	440	410	388	304	618	618	618	611	536
54	18	440	443	421	403	—	597	597	596	597	—
63	21	443	447	432	403	365	603	600	612	609	602
77	25	444	444	437	426	407	592	583	597	609	621
93	30	447	453	441	431	448	591	590	603	611	663
94	31	446	446	444	433	425	586	581	593	604	619
95	34	447	448	444	440	431	587	577	591	613	637
96	35	448	449	442	432	411	588	583	593	599	590
II. termőhelyi osztály.											
II. Standortsklasse.											
6	6	132	164	20	0	0	747	745	746	857	1140
9	8	186	243	71	12	0	742	745	713	735	803
12	10	320	364	242	100	2	697	719	618	501	465
16	12	384	410	342	289	173	676	686	663	634	575
20	12	374	407	340	261	158	714	734	701	623	520
29	14	413	431	376	320	—	655	657	654	629	—
31	14	389	417	353	299	151	664	682	662	637	538
44	16	415	434	389	336	288	671	677	670	640	610
58	19	422	432	398	372	321	614	614	616	612	583
60	20	438	447	420	375	—	629	628	635	618	—
61	20	443	454	423	395	341	656	650	658	667	641
67	22	430	440	410	368	323	624	619	627	624	605
76	24	435	442	413	385	352	618	612	621	629	640
80	26	454	455	438	422	411	624	615	624	635	652
81	27	461	463	455	447	432	615	611	616	620	621
82	28	461	461	461	461	—	631	627	633	617	—
1) Összesfa = vastagfa + vékonyfa + tuskó- és gyökérfa.											
2) Gesamtholzmasse = Derbholz + Reisig + Stock- und Wurzelholz.											

20. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 20.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter	Derbholzformzahl der Az				Gesamtholzformzahl der Az					
		Az állomány des Bestandes	1.	2.	3.	4.	Az állomány des Bestandes	1.	2.	3.	4.
			törzssosztály Etagé					törzssosztály Etagé			
	év Jahr	vastagfaalaktszáma $\frac{1}{1000}$				összesfaalaktszáma $\frac{1}{1000}$					
III. termőhelyi osztály. III. Standortsklasse.											
5	6	48	68.	0	0	0	765	761	824	941	1094
17	12	352	377	326	229	93	698	712	690	594	525
18	12	369	397	324	235	148	713	729	685	587	530
21	13	367	401	313	200	—	723	746	689	610	476
22	13	354	384	311	220	172	721	744	688	603	515
27	14	380	403	324	251	—	675	679	652	651	—
32	14	360	388	318	206	73	660	674	632	552	459
35	15	370	386	353	268	208	684	684	704	599	543
38	16	399	412	347	305	177	696	699	666	640	500
45	16	425	447	394	351	256	738	744	751	731	654
48	17	438	445	400	386	—	708	696	706	717	—
50	17	392	414	350	298	220	664	668	655	629	578
51	17	380	400	348	257	145	642	644	648	586	508
52	17	380	406	340	287	185	673	685	648	622	558
53	18	371	393	331	269	201	649	663	630	594	535
55	18	409	435	370	332	247	695	704	688	673	643
65	22	443	455	423	392	337	671	669	685	692	688
72	23	420	437	393	349	305	645	648	650	642	622
73	23	440	444	408	360	339	681	664	686	680	665
85	28	446	455	433	415	406	632	629	638	643	669
86	28	445	445	425	411	—	662	646	653	669	—
87	28	435	443	418	401	—	627	622	656	670	—
88	29	451	459	426	404	—	632	630	632	648	—
89	29	456	461	438	413	—	647	644	646	650	—
90	30	470	478	461	429	375	682	669	691	721	714
IV. termőhelyi osztály. IV. Standortsklasse.											
13	10	163	198	39	4	0	777	751	752	846	1083
30	14	345	378	301	175	0	723	751	692	644	648
33	15	357	394	302	233	53	695	714	653	638	556
34	15	344	382	266	164	127	674	705	649	532	546
37	15	348	375	302	209	141	689	707	660	584	539
41	16	346	386	306	183	73	746	776	696	588	505
42	16	395	424	369	284	46	811	827	797	727	533
43	16	388	408	352	323	267	773	785	734	724	676
56	18	419	441	374	290	187	785	793	759	703	633
57	19	401	436	347	260	—	713	731	692	618	—
59	20	388	423	354	261	228	699	721	683	655	587
62	20	455	470	407	358	316	768	764	763	771	754
68	22	414	442	390	353	335	736	746	740	725	717
69	22	401	417	368	335	—	750	753	738	718	—
74	23	456	471	435	397	350	733	737	727	709	680
83	28	445	462	430	376	—	724	724	728	712	—
92	30	438	460	403	339	—	710	718	702	664	—

20. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 20.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes			Derbholzformzahl der Az				Gesamtholzformzahl der Az				
	Kor Alter	Az állomány des Bestandes	1.	2.	3.	4.	Az állomány des Bestandes	1.	2.	3.	4.
			törzsosztály Etage					törzsosztály Etage			
	év Jahr	vastagfaalak száma $\frac{1}{1000}$						összesfaalak száma $\frac{1}{1000}$			

V. és VI. termőhelyi osztály. V. und VI. Standortsklasse.											
14	10	91	130	13	0	0	773	718	794	879	1084
28	14	125	257	42	0	0	991	890	887	1104	1714
36	15	302	358	170	40	0	820	852	674	623	695
46	16	244	360	164	16	0	912	982	885	841	934
64	22	291	357	264	149	17	755	803	764	749	778
70	22	360	406	268	112	40	940	959	840	726	743
71	23	309	354	278	161	19	699	772	681	592	475
78	25	390	427	361	310	187	713	740	726	696	618
84	28	382	416	363	232	91	839	814	778	828	1222
91	30	441	464	418	391	346	769	767	767	779	764

az egyes törzsosztályokra vonatkozólag a $f = \frac{V}{gh}$ képlettel számítottam ki az eredeti felvételi adatok alapján.

Az egyes tho.-k kiegyenlített vastagfa- és összesfa alakszámgörbéit a 23. sz. ábra tünteti fel. Az összesfaalakszám ugyanazon korban a tho. rosszabbodásával emelkedik, ugyanazon a tho.-n belül pedig a kor növekedésével csökken. A tho.-k közötti különbség a rosszabb tho.-k felé nő. A vastagfaalakszámánál a tho.- befolyása nem egyenletes. Ugyanazon kor mellett eleinte csökken a vastagfaalakszám a tho. rosszabbodásával, az egyes tho.-k közötti különbségek azonban a korrallal mindinkább csökkennek és a 30 éves kor körül a tho.-k vastagfaalakszámai azonos szinten vannak. Ezen a koron túl a helyzet megfordul és a tho. rosszabbodásával nő az alakszám. Az V—VI. tho. csak valamivel később, a 35 éves kor körül éri el a többit. A vonatkozó számszerű adatokat a 21. sz. táblázat tartalmazza.

A 24—28. sz. ábrák az egyes törzsosztályok vastagfa-, ill. összesfaalakszámaikat tüntetik fel tho.-ként külön-külön. Az egyes törzsosztályok alakszámgörbéinek a futása és azok egymáshoz viszonyított helyzete nagyon érdekes. A vastagfaalakszámok, amint az várható is volt, a törzsosztály rosszabbodásával csökkennek és az egyes törzsosztályok vastagfaalakszámgörbéi ennek megfelelően mindvégig egymás alatt helyezkednek el. Futásuk nagyon hasonló az állomány vastagfaalakszámának a futásához. A magasabb korok felé ezeknél is fellép a görbék konvergenciája, ha az nem is olyan erős mértékű, hogy annak következtében azok metszenék

21. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 21.

Kor — Alter	Vastagfaalakszám Derbholzformzahl $1/1000$					Összesfaalakszám Gesamtholzformzahl $1/1000$				
	I	II	III	IV	V—VI	I	II	III	IV	V—IV
Év — Jahr	termőhelyi osztály — Standortsklasse									
5	143	13	—	—	—	767	800	850	937	1090
10	354	315	265	180	67	677	705	745	815	925
15	421	407	387	350	215	632	657	692	753	842
20	441	435	422	414	307	607	633	665	724	807
25	446	441	437	435	370	595	620	654	712	800
30	448	447	448	447	417	590	615	650	706	800
35	450	452	454	455	450	587	615	650	705	800

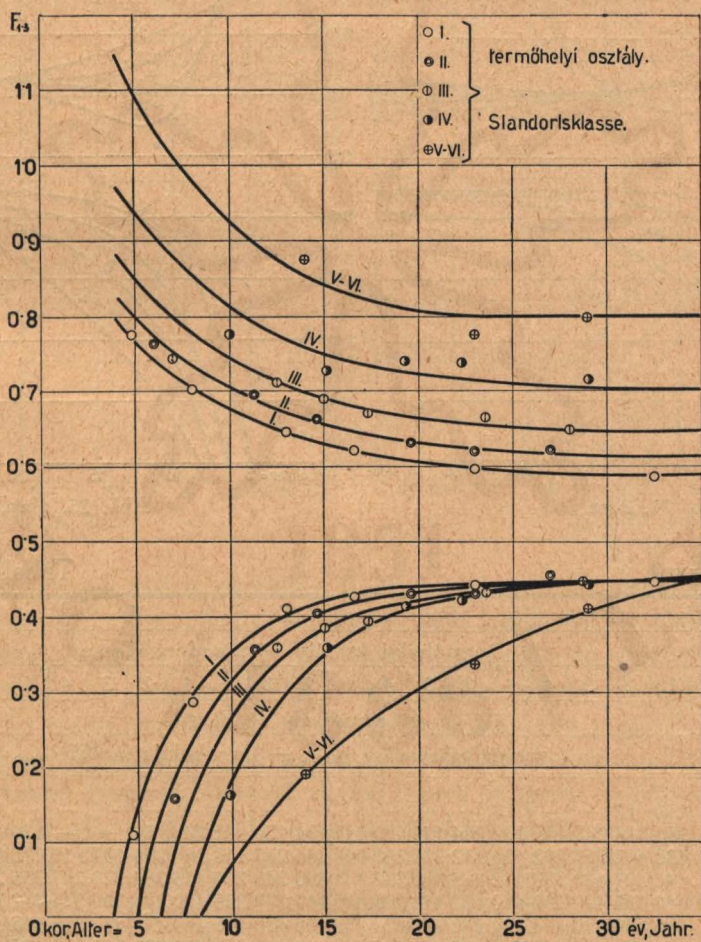


Abb. 23. ábra.

egymást, mint az állomány vastagfaalakszámgörbéi. Az egyes törzssosztályok görbéi a törzssosztály rosszabbodásával fokozatosan laposabb lefutásúak lesznek. A számszerű adatokat a 22. sz. táblázatban közlöm.

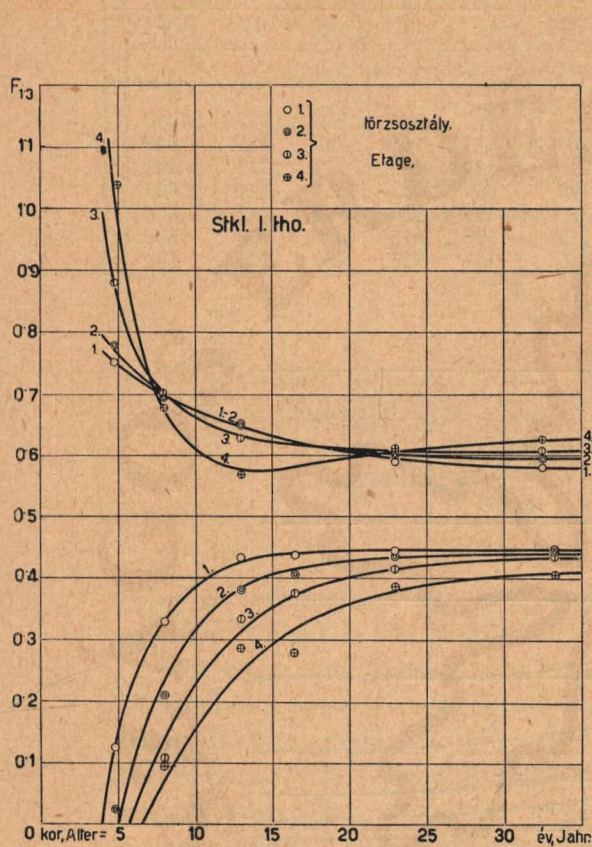


Abb. 24. ábra.

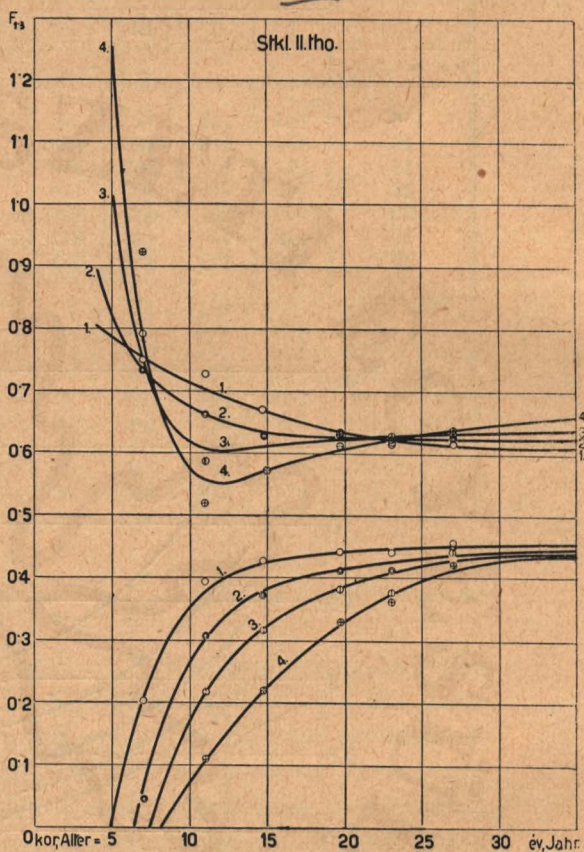


Abb. 25. ábra.

22. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 22.

Kor — Alter	I				II				III				IV				V—IV			
	termőhelyi osztály — Standortsklasse																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	törzsosztály — Etage																			
Év — Jahr	vastagfaalakszám $\frac{1}{1000}$ — Derbholzformzahl $\frac{1}{1000}$																			
5	152	12	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	384	314	228	159	352	264	173	75	340	234	120	21	200	50	—	—	139	—	—	—
15	438	402	355	292	425	382	325	228	406	346	267	168	388	299	197	115	275	101	—	—
20	446	427	400	358	442	415	387	332	431	390	345	279	435	384	320	267	365	252	134	—
25	449	436	420	390	450	432	420	395	445	417	390	355	450	406	369	345	412	335	238	120
30	450	440	430	404	454	440	435	421	454	436	420	405	459	415	387	375	448	400	325	242
35	452	440	435	410	456	445	440	435	456	446	440	436	460	420	396	386	475	454	400	345

Az egyes törzssosztályok összesfaalakszámgörbéi már nem helyezkednek el egymás alatt úgy, mint az állomány összesfaalakszámgörbéi, hanem kétszer is metszik egymást. A két metszéspont közötti időben az első törzssosztály alakszáma a legmagasabb, a negyedik a legalacsonyabb és a kettő

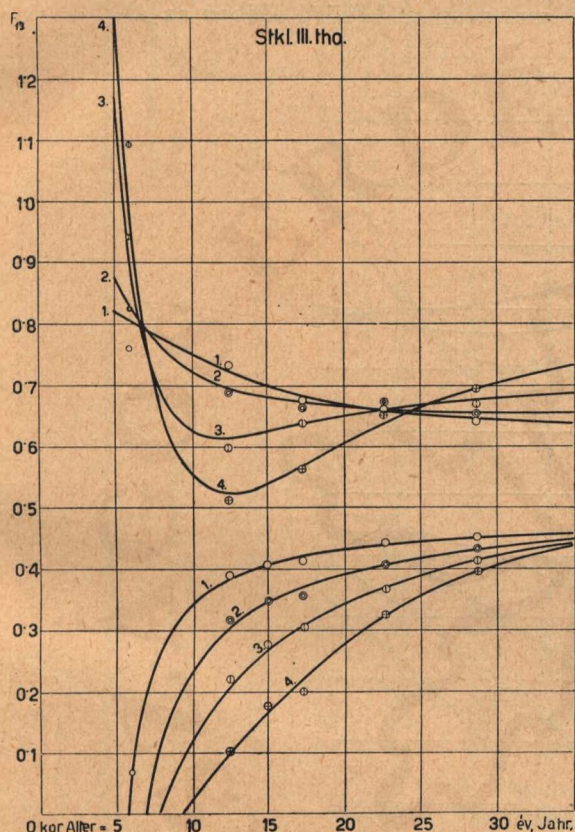


Abb. 26. ábra.

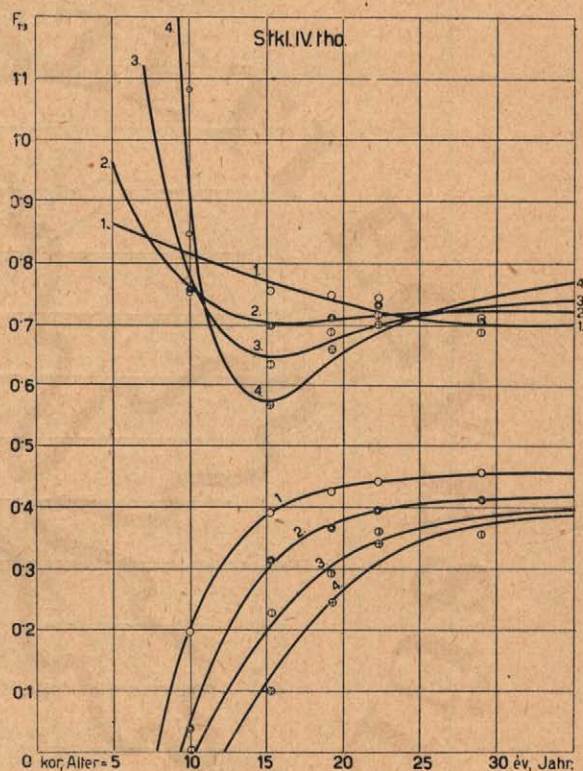


Abb. 27. ábra.

között helyezkedik el sorrendben a 2. és 3. törzssosztály alakszáma. A két metszésponton kívül megfordul a helyzet, az 1. törzssosztály alakszáma lesz a legalacsonyabb és a 2., 3. és 4.-é sorban nagyobb az előzőknél. Ebben az összes tho.-k megegyeznek. Különbség csak annyiban van közöttük, hogy a termőhely rosszabbodásával az alakszámgörbék ezen metszéspontjai magasabb korra tolódnak át. Az egyes törzssosztályok görbéinek a futásában a tho. rosszabbodásával bizonyos szabályszerű változás észlelhető. Az első tho.-ban az 1—3. törzssosztály alakszámgörbéje végig esik, a negyedik eleinte szintén esik, de 13 éves kor körül eléri minimumát és innen kezdve emelkedik. A II. és III. tho.-ban már a 3. törzssosztály is a 4.-éhez hasonló futást mutat, míg a IV. és V—VI. tho.-nál már csak az 1. törzssosztály görbéje esik mindvégig. A 3. és 4. törzssosztály görbéjének a futása a mini-

mális érték elérése után a tho. rosszabbodásával mindinkább meredekebb lesz, úgyhogy annak alakja az V—VI. tho.-nál már egészen páabolikussá válik. Az állomány összesfaalakszámgörbéjéhez legközelebb áll az 1. törzsoztály alakszámgörbéje, melynek futása megegyezik az állomány alakszámával, azzal az eltéréssel, hogy a két metszéspont közötti időben az ál-

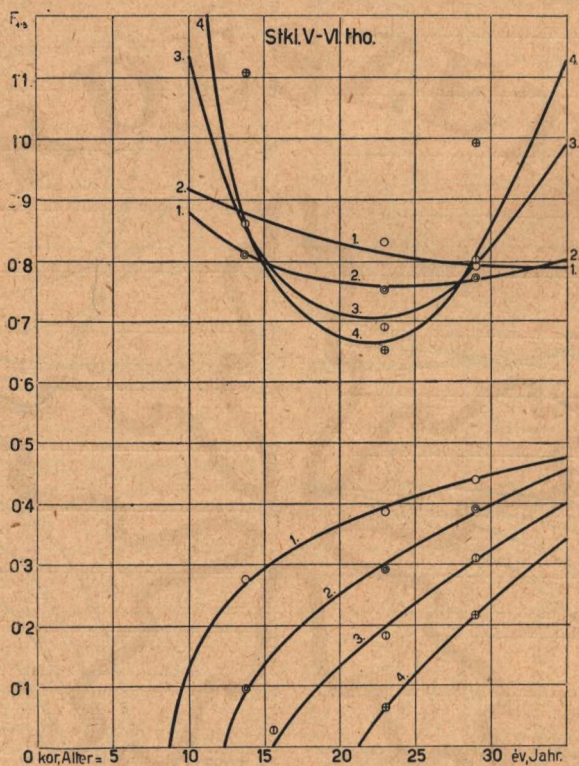


Abb. 28. ábra.

23. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 23.

Kor — Alter	I				II				III				IV				V—VI			
	termőhelyi osztály — Standortsklasse																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Év — Jahr	törzsoztály — Etage																			
	összes faalakszám $\frac{1}{1000}$ — Gesamtholzformzahl $\frac{1}{1000}$																			
5	748	765	847	985	788	817	1000	1220	815	875	1100	1360	860	975	—	—	—	—	—	—
10	678	674	660	609	715	673	615	572	750	720	630	555	802	760	780	900	915	875	1135	—
15	660	655	624	575	665	634	611	570	696	680	625	538	770	702	640	575	865	796	805	792
20	605	609	611	595	635	626	624	606	670	665	650	605	735	710	682	655	826	764	716	675
25	590	600	610	612	615	625	629	630	650	660	667	661	710	720	720	720	804	761	740	685
30	581	597	609	620	610	625	635	647	643	656	680	702	700	723	732	748	792	775	820	850
35	580	595	608	625	610	625	640	660	640	655	689	732	700	725	740	775	790	800	985	1125

24. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 24.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter	A faállomány		Relativer Anteil der Az								
		vastagfatömege Derbholzmasse	összes fatömege Gesamtholz- masse ¹⁾	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	
				törzssztyály relativ Etage an der ganzen								
		des Bestandes	év Jahr	m ²	vastagfatömege Derbholzmasse				összes fatömege ¹⁾ Gesamtholzmasse ¹⁾			
					‰							

I. termőhelyi osztály.											
I. Standortsklasse.											
1	4	1	33	100'0	—	—	—	72'2	17'6	9'1	1'1
2	4	2	29	98'7	1'3	—	—	64'3	17'9	10'5	7'2
3	5	7	52	99'1	0'9	—	—	77'8	12'8	7'1	3'1
4	5	3	33	97'0	2'6	0'4	—	63'5	20'8	12'7	3'0
7	6	17	50	92'8	7'0	0'2	—	78'8	16'3	4'6	0'3
8	7	14	53	92'1	7'5	0'4	—	74'8	18'5	6'4	0'3
10	8	40	82	83'0	13'5	3'3	0'2	77'1	15'8	6'8	0'3
11	9	56	113	83'7	12'3	3'8	0'2	73'9	15'7	9'0	1'4
23	13	102	161	74'0	18'0	6'8	1'2	71'1	19'6	8'0	1'3
26	13	97	153	72'5	21'0	6'0	0'5	69'9	22'4	7'1	0'6
39	16	120	181	76'6	18'8	4'3	0'3	74'5	20'1	5'0	0'4
40	16	122	187	81'5	12'2	5'5	0'8	78'9	13'2	6'7	1'2
47	16	121	175	74'3	21'4	4'3	—	72'8	22'3	4'9	—
49	17	159	227	81'1	14'9	3'9	0'1	79'8	15'8	4'3	0'1
54	18	173	235	82'4	14'7	2'9	—	81'4	15'3	3'3	—
63	21	181	246	78'4	18'1	3'1	0'4	77'3	18'9	3'4	0'4
77	25	220	293	73'9	19'3	6'0	0'8	72'9	19'8	6'4	0'9
93	30	258	341	78'6	14'9	5'9	0'6	77'5	15'5	6'4	0'6
94	31	234	308	74'1	21'6	3'9	0'4	73'5	22'0	4'1	0'4
95	34	239	314	74'0	18'1	6'5	1'4	73'1	18'4	6'9	1'6
96	35	285	374	81'5	14'3	3'5	0'7	80'9	14'7	3'7	0'7

II. termőhelyi osztály.											
II. Standortsklasse.											
6	6	7	42	97'6	2'4	—	—	78'2	15'7	5'6	0'5
9	8	12	48	91'9	7'5	0'6	—	70'8	19'1	8'6	1'5
12	10	33	70	86'8	11'1	2'0	0'1	81'3	13'4	4'9	0'4
16	12	71	125	76'0	17'1	6'5	0'4	72'3	18'9	8'2	0'6
20	12	58	110	71'2	22'0	5'9	0'9	67'2	23'7	7'4	1'7
29	14	92	146	75'0	20'9	4'1	—	72'1	22'9	5'0	—
31	14	72	123	79'1	13'8	6'7	0'4	75'6	15'1	8'3	1'0
44	16	90	146	70'2	23'4	6'2	0'2	67'7	24'9	7'2	0'2
58	19	152	222	78'2	14'8	6'8	0'2	76'3	15'7	7'7	0'2
60	20	152	218	75'4	19'4	5'2	—	73'7	20'4	5'9	—
61	20	129	191	68'1	23'3	8'2	0'4	65'7	24'4	9'4	0'5
67	22	140	203	76'2	16'0	6'4	1'4	73'8	16'8	7'5	1'9
76	24	172	244	77'3	16'7	5'7	0'3	75'3	17'7	6'6	0'4
80	26	172	236	75'1	20'8	4'0	0'1	74'0	21'5	4'3	0'2
81	27	199	265	71'9	23'0	4'9	0'2	71'3	23'4	5'1	0'2
82	28	186	254	67'0	25'6	7'4	—	66'7	25'7	7'6	—

¹⁾ Összesfa = vastagfa + vékonyfa + tuskó- és gyökérfa.

¹⁾ Gesamtholzmasse = Dcrbholz + Reisig + Stock- und Wurzelholz.

24. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 24.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter	A faállomány		Relativer Anteil der Az									
		vastagfatömege Derbholzmasse	összes fatömege Gesamtholz- masse	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.		
				törzssztyál relatív Etage an der ganzen									
				des Bestandes	vastagfatömege Derbholzmasse				összes fatömege Gesamtholzmasse				
				év Jahr	‰								
m ³													

III. termőhelyi osztály.											
III. Standortsklasse.											
5	6	2	28	100'0	—	—	—	70'1	19'1	9'7	1'1
17	12	48	96	72'8	21'6	5'4	0'2	69'0	23'2	7'1	0'7
18	12	50	97	73'2	21'9	4'3	0'6	69'5	24'0	5'6	0'9
21	13	43	85	76'3	21'2	2'5	—	72'2	23'7	4'0	0'1
22	13	44	90	75'7	19'2	4'2	0'9	72'1	20'9	5'6	1'4
27	14	58	102	76'1	22'9	1'0	—	72'3	26'1	1'4	0'2
32	14	61	112	75'5	20'4	3'9	0'2	71'5	22'1	5'6	0'8
35	15	58	106	74'4	19'0	5'3	1'3	71'3	20'5	6'5	1'7
38	16	68	118	82'8	13'7	3'5	—	80'6	15'1	4'3	—
45	16	66	114	74'8	20'1	4'9	0'2	71'8	22'1	5'9	0'2
48	17	96	155	75'4	21'6	3'0	—	73'0	23'5	3'4	0'1
50	17	71	120	78'9	13'8	5'6	1'7	75'2	15'2	7'0	2'6
51	17	89	150	79'0	15'3	5'2	0'5	75'2	16'8	7'0	1'0
52	17	65	116	74'0	19'2	6'4	0'4	70'7	20'7	7'8	0'8
53	18	77	134	78'3	17'2	4'0	0'5	75'5	18'7	5'0	0'8
55	18	79	134	77'2	16'7	5'8	0'3	74'3	18'3	6'9	0'5
65	22	128	194	76'0	18'7	5'0	0'3	73'9	20'0	5'7	0'3
72	23	116	178	78'8	14'1	6'4	0'7	76'1	15'2	7'7	1'0
73	23	110	170	77'3	18'4	4'1	0'2	74'6	20'0	5'1	0'3
85	28	167	235	75'0	19'1	5'4	0'5	73'4	20'1	5'9	0'6
86	28	130	198	73'9	20'1	6'0	—	72'9	20'6	6'5	—
87	28	135	195	79'4	16'8	3'8	—	77'3	18'3	4'4	—
88	29	176	246	75'1	22'4	2'5	—	73'4	23'8	2'8	—
89	29	144	204	73'6	24'3	2'1	—	72'5	25'2	2'3	—
90	30	148	215	62'0	29'6	7'9	0'5	59'7	30'5	9'1	0'7

IV. termőhelyi osztály.											
IV. Standortsklasse.											
13	10	7	34	96'6	3'2	0'2	—	77'1	13'2	6'4	3'3
30	14	35	73	75'7	22'1	2'2	—	71'7	24'3	3'8	0'2
33	15	48	93	69'1	27'3	3'6	—	64'4	30'4	5'1	0'1
34	15	47	92	85'3	11'6	2'9	0'2	80'3	14'5	4'8	0'4
37	15	45	89	77'9	18'1	3'7	0'3	74'2	20'0	5'2	0'6
41	16	35	74	71'8	22'1	5'8	0'3	67'0	23'3	8'6	1'1
42	16	44	90	71'0	22'4	6'5	0'1	67'7	23'6	8'1	0'6
43	16	40	80	67'2	24'8	7'6	0'6	64'8	25'9	8'5	0'8
56	18	56	105	77'8	17'0	4'8	0'4	74'7	18'4	6'2	0'7
57	19	65	115	74'1	21'7	4'1	0'1	70'0	24'4	5'4	0'2
59	20	58	104	65'5	25'8	8'5	0'2	61'9	27'6	10'2	0'3
62	20	78	132	79'4	16'6	3'5	0'5	76'4	18'4	4'5	0'7
68	22	73	130	69'3	16'7	8'9	5'1	65'8	17'8	10'3	6'1
69	22	60	112	72'7	20'4	6'9	—	70'1	21'9	8'0	—
74	23	92	147	67'7	25'3	6'8	0'2	65'9	26'3	7'6	0'2
83	28	89	144	60'7	31'6	7'7	—	58'2	32'8	9'0	—
92	30	93	151	72'4	22'6	4'9	0'1	69'7	24'3	5'9	0'1

24. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 24.

A próbaállomány száma Nummer des Probebestandes	Kor Alter		A faállomány		Relativer Anteil der Az							
			vastagfatömege Derbholzmasse	összes fatömege Gesamtholz- masse	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
					törzssosztály relativ Etage an der ganzen							
	év Jahr	des Bestandes	m ³	vastagfatömege Derbholzmasse				összes fatömege Gesamtholzmasse				
				%								

V. és VI. termőhelyi osztály. V. und VI. Standortsklasse.											
14	10	3	27	97.4	2.6	—	—	63.2	18.5	11.7	6.6
28	14	2	19	90.4	5.9	3.7	—	39.5	15.8	13.7	31.0
36	15	15	40	91.3	7.7	1.0	—	79.9	11.3	5.9	2.9
46	16	4	16	85.0	14.2	0.8	—	62.0	20.6	11.4	6.0
64	22	11	29	76.0	19.3	4.5	0.2	65.7	21.5	8.8	4.0
70	22	17	44	84.5	13.2	1.8	0.5	76.3	15.8	4.6	3.3
71	23	30	67	80.2	18.0	1.8	—	77.3	19.5	3.0	0.2
78	25	55	100	72.8	19.6	7.2	0.4	69.0	21.5	8.8	0.7
84	28	10	23	73.6	21.2	4.2	1.0	66.4	20.9	6.9	5.8
91	30	64	111	62.6	24.8	11.0	1.6	59.3	26.0	12.6	2.1

loményalakszám kisebb, egyébként pedig nagyobb az első törzssosztály alak-
számánál. Az egyes törzssosztályok kisímitott összesfaalakszámait a 23. sz.
táblázat tünteti fel.

Az egyes törzssosztályok összesfaalakszámainak ezt a futását
részben az okozza, hogy mi a tuskó- és gyökérfát is hozzászámítottuk az
összes fatömeghez. Ha ugyanis a tuskó- és gyökérfát figyelmen kívül
hagyjuk, akkor az egyes törzssosztályok összesfaalakszámgörbéi csak a fiatal
korban metszik egymást és a második metszés helyett a 35 éves kor körül
kb. azonos értékben futnak ki. A tuskó- és gyökérfa figyelembevétele tehát
erősebben emeli az alacsonyabb törzssosztályok alakszámát mint a maga-
sabbakét.

A 24. sz. táblázat adatai alapján megrajzolt összesfa- és vastagfa-
görbéket a 29. és 30. sz. ábrák tüntetik fel. Ezekről a grafikus úton nyert
görbékről leolvasott adatokat ellenőrzés végett összehasonlítottam a ma-
gasság-, a körlap- és az alakszámgörbékről leolvasott adatokból a
 $V = G \cdot H \cdot F$ képlettel kiszámított értékekkel az 5, 10, 15, 20, 25, 30 és
35 éves korokra vonatkozólag. Az eltérés a kétféleképp nyert értékek között
csak az V—VI. tho.-nál volt 1—2 m³-nél nagyobb. Ennél a grafikus úton
szerkesztett görbéket megfelelően kiigazítottam. Általában az egymástól
függetlenül, grafikus úton nyert eredményeknek a $G = N \cdot g$ és a
 $V = G \cdot H \cdot F$ képletek által kötelezően előírt értékekkel való kitűnő meg-
egyezése nagyszerűen igazolta, hogy az ilyen faállományszerkezeti kutatá-

soknál az összes kiegyenlítési eljárások közül a grafikus kiegyenlítésnek kell az elsőséget adnunk.

Az egyes tho.-ok összesfa- és vastagfagörbéihez nincs sok hozzáfűzni való. Azok világosan mutatják a fatömeg fejlődésének a menetét. Az összesfatömeg görbéi a dolog természeténél fogva a koordinátarendszer kezdőpontjától futnak ki, míg a vastagfa görbéi az abszcisszatengelyt a 0 ponttól jobbra metszik. Természetes, hogy mennél rosszabb a termőhely, annál később érkezik el a törzsek a vastagfa 7 cm-es határát; a görbék kezdőpontja tehát tho. rosszabbodásával az idősebb korok felé tolódik el. Ezek a kezdőpontok a grafikus kiegyenlítésnél maguktól adódtak. Az egyes tho.-ok közötti különbségek a korrallal mind az összesfánál, mind a vastagfánál nőnek.

25. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 25.

Kor — Alter	Összes fa — Gesamtholz					Vastagfa — Derbholz				
	I	II	III	VI	V—VII	I	II	III	IV	V—VI
	folyó növedék					laufender Zuwachs				
Év — Jahr	m ³									
5	7·8	5·2	3·2	1·2	0·4	1·2	0·4	—	—	—
10	15·2	11·6	9·0	6·2	2·0	10·8	7·0	4·4	1·6	0·2
15	12·0	12·4	10·2	8·4	3·8	12·6	10·8	8·2	6·0	1·2
20	11·8	11·0	9·4	7·2	3·0	10·6	9·6	7·6	5·6	2·2
25	9·0	8·4	7·2	4·2	2·0	7·8	7·2	6·0	3·6	2·4
30	6·6	5·8	5·2	2·4	0·8	5·6	4·8	4·2	2·0	0·8
35	4·8	3·4	2·6	0·8	0·0	4·2	2·6	2·2	0·8	0·2

A fatömeg növedéke korán eléri maximumát (az ábrákban a szakadozott vonalak ezeket a maximális értékeket kötik össze) és azután csökken. A csökkenés mértéke a tho. rosszabbodásával nő, úgyhogy az V—VI. tho.-on a 30 éves kor körül már a nullára esik a növedék (lásd a 25. sz. táblázatot).

Az egyes törzssztyályok relatív összesfa- és vastagfatömegeit a 31. és 32. sz. ábrák tüntetik fel. Szerkesztésük ugyanazon a módon történt mint a relatív törzsszám görbéinek a megrajzolása. A 4. törzssztyály relatív fatömege elenyészően csekély, azért azt nem rajzoltam meg külön, hanem összevontam a 3. törzssztyállal. A vonatkozó ábrákban tehát a 100%-ot jelző vonal és a legfelső görbe közé eső terület a 3. és 4. törzssztyály együttes relatív fatömegét adja.

Az összesfánál (31. ábra) ugyanazt a törvényszerűséget találjuk mint a körlapösszegnél.

A vastagfa százalékos mértékének az alakulása eltér az előzőtől. Az egyes törzssztyályok relatív vastagfatömegei, amint az az ábrából kitűnik, az V—VI. tho. kivételével a 20 éves kor körül többé-kevésbé állandósulnak. Ezen kor előtt az első tho. relatív vastagfatömege csökken, a többieké emelkedik. Az állomány vastagfatömege mindaddig, amíg a 2. törzssztyály

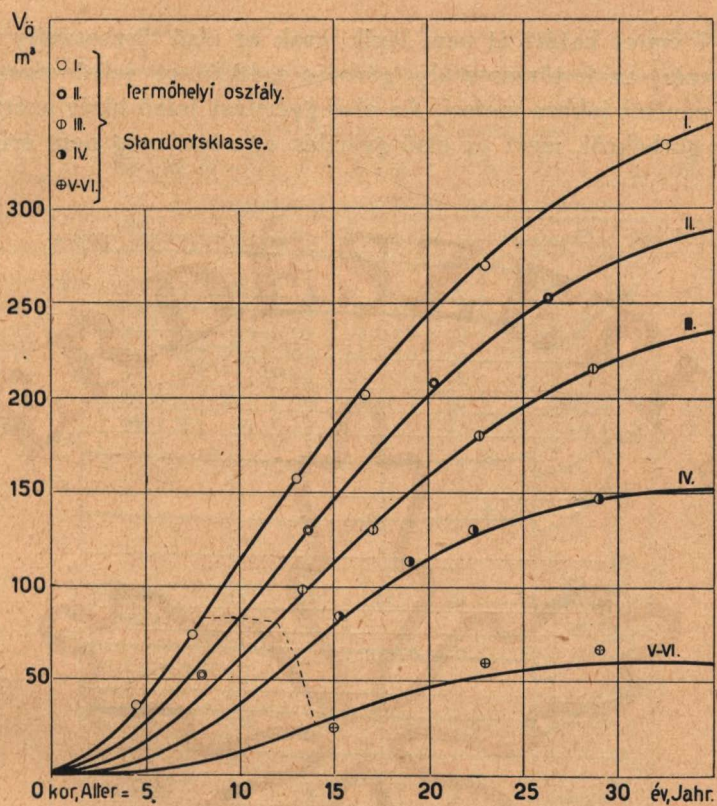


Abb. 29. ábra.

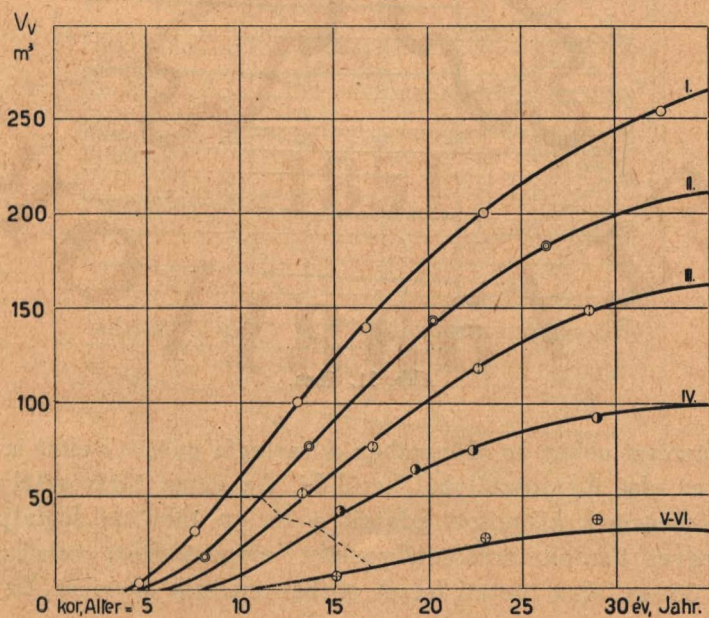


Abb. 30. ábra.

törzsei a 7 cm-es határt át nem lépik, csak az első törzssosztály törzseiből kerül ki, ezért az 1. törzssosztály görbéje a 100%-ot jelző vízszintes vonalat a 0 ponttól jobbra metszi. Az első gyéritést jelző törés azért hiányzik ezekről a görbékéről, mert az első gyérités egyrészt még nem érinti a vas-

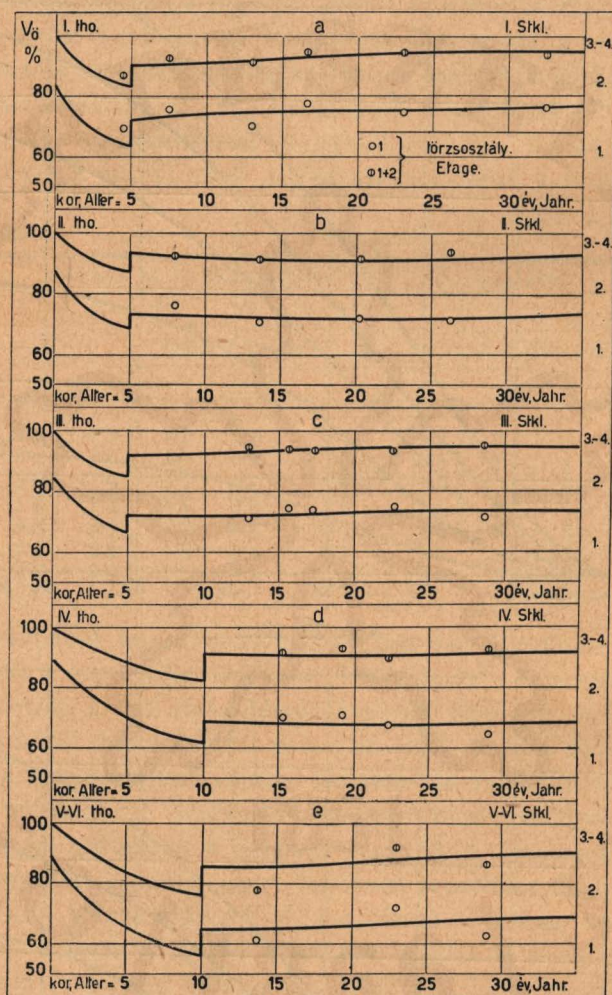


Abb. 31. ábra.

tagfát, másrészt ebben az időpontban a vastagfa gyérite, előtt is és után is 100%-ig az első törzssosztályból kerül ki. Az egyes törzssosztályok relatív vastagfatömegeinek kisimított adatait a 26. sz. táblázat foglalja magába.

Az egyes tho.-ok törzssosztályonként csoportosított relatív vastagfagörbéit a 33. sz. ábra tünteti fel. A görbék metszik egymást. Ez természe-

26. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 26.

Kor Alter	1.					2.					3. és 4.				
	törzsosztály — Stammklasse														
	I	II	III	IV	V—VI	I	II	III	IV	V—VI	I	II	III	IV	V—VI
Év	termőhelyi osztály — Standortsklasse														
Jahr	relativ vastagfatömeg ‰ — relative Derbholzmasse der Etagen ‰														
5	97	100	100	100	100	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	81	82	84	97	100	13	15	16	3	—	6	3	—	—	—
15	75	74	86	77	88	19	19	19	18	11	6	7	5	5	1
20	76	73	75	71	80	19	20	19	22	16	5	7	6	7	4
25	77	73	75	70	74	18	20	19	23	20	5	7	6	7	6
30	78	73	75	70	71	17	20	19	23	22	5	7	6	7	7
35	78	73	75	70	69	17	20	19	23	24	5	7	6	7	7

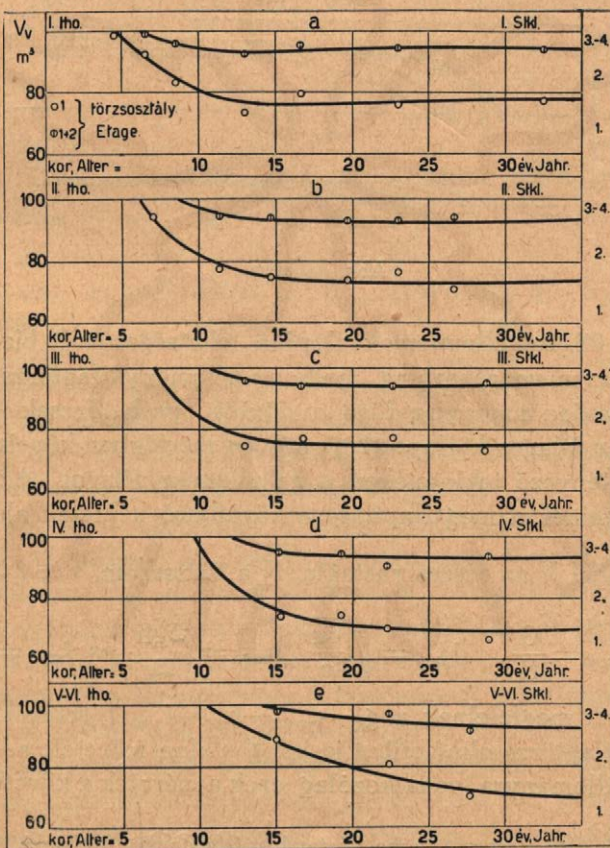


Abb. 32. ábra.

tes, hiszen az I. tho.-on az alacsonyabb törzsosztályok korábban mennek át a vastagfába, mint a rosszabbakon és ennek következtében az 1. törzsosztály relatív vastagfatömege is korábban kezd csökkenni az I. tho.-on, mint a többin. Ezekben a korokban a rosszabb tho.-ok 1. törzsosztályának a relatív vastagfatömege tehát magasabb mint a jobbaké, mivel azonban az 1. törzsosztály relatív fatömegének a csökkenése a rosszabb tho.-on tovább tart mint a jobbakon, azért később megfordul a helyzet és a 35 éves korban már az I. tho. 1. törzsosztálynak relatív vastagfatömege a legmagasabb és a többié alacsonyabb. A többi törzsosztálynál a dolog természeténél fogva fordított a helyzet. Ezeknél a fiatal korban az I. osztály van legfelül és az V—VI. legalul, az idősebb korban pedig fordítva.

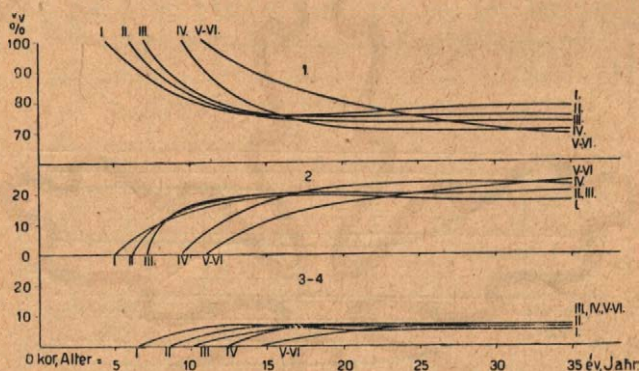


Abb. 33. ábra.

A 86. és 88. sz. állományok alapján lehetséges volt bizonyos vizsgálatot végezni arra vonatkozólag, hogy az állományátlagtörzs alapján való becslés pontossága mennyire függ a döntött próbatörzsek számától, továbbá, hogy az átlagos körlapú törzs milyen mértékben képviseli egyúttal a többi fatömegtenyező tekintetében is az állományátlagot. Az állományátlagtörzs méreteinek a megállapítása a következő képletek alapján történt.

$$v_{\text{med}} = \frac{V}{N}, \text{ ahol } V \text{ az összes vastagfa, } N \text{ a törzsszám, } v = g_{\text{med}} \cdot h_{\text{med}} \cdot f_{\text{med}}$$

$$g_{\text{med}} = \frac{G}{N}, \quad d_{\text{med}} = \sqrt{\frac{4g}{\pi}}, \quad h_{\text{med}} = \frac{\sum gh}{\sum g} \text{ és } f_{\text{med}} = \frac{V}{G \cdot h}.$$

Ezek az értékek megfelelnek a $g_N - d_{p02} - h_{g1} - f_{vha}^1)$ értékeknek, amelyek az állományátlagtörzs elméletileg is kifogástalan méreteit adják. A megvizsgált két állományra vonatkozólag ezek a méretek a következők voltak:

¹⁾ Lönnroth: Der stereometrische Bestandesmittelstamm. Helsinki, 1926.

27. sz. táblázat.

Tabelle Nr. 27.

d _{1.3}	h	v	d _{1.3}	h	v	d _{1.3}	h	v	d _{1.3}	h	v
mm	m	m ³	mm	m	m ³	mm	m	m ³	mm	m	m ³
86. sz. állomány — Bestand Nr. 86											
155	16.2	0.138	157	17.5	0.141	160	15.2	0.146	163	15.5	0.157
155	16.3	0.129	157	16.3	0.148	161	14.3	0.119	163	14.8	0.132
155	13.7	0.108	158	17.4	0.150	161	16.4	0.163	164	14.5	0.153
155	15.3	0.129	158	17.3	0.159	163	17.8	0.135	164	17.1	0.171
156	17.0	0.134	158	17.7	0.160	163	15.5	0.133	164	15.4	0.138
156	15.7	0.123	160	17.7	0.139	163	16.6	0.140	164	16.6	0.139
—	—	—	160	17.3	0.162	163	15.6	0.147	—	—	—
88. sz. állomány — Bestand Nr. 88											
171	19.0	0.193	173	18.4	0.228	176	15.3	0.175	177	18.7	0.153
171	16.8	0.172	173	18.9	0.187	177	18.2	0.194	179	18.8	0.219
171	19.7	0.229	174	17.7	0.182	177	18.7	0.153	180	18.8	0.210
172	18.4	0.185	174	15.6	0.168	177	18.0	0.192	180	16.3	0.168
—	—	—	175	18.0	0.205	177	18.4	0.217	—	—	—

1. 86. sz. áll.:

$d_{med} = 16.00$ cm, $h_{med} = 15.86$ m, $g_{med} = 0.02012$ m², $f_{med} = 0.445$ és
 $v_{med} = 0.142$ m³.

2. 88. sz. áll.:

$d_{med} = 17.55$ cm, $h_{med} = 18.00$ m, $g_{med} = 0.02422$ m², $f_{med} = 0.450$ és
 $v_{med} = 0.196$ m³.

A gyakorlatban cm-es kikerekítéssel dolgozunk, azért az átlagátmérő csoportjába foglaltam össze mindazokat a törzseket, amelyeknek átmérője az átlagtól ± 5 mm-rel tért el. Ezeknek a törzseknek a méreteit mindkét állományra vonatkozólag a 27. sz. táblázat tünteti fel.

Az első, ami ezen adatoknak az állomány átlagos értékével való összehasonlításánál feltűnik, az, hogy egyetlen egy törzset sem találunk, amely az állományátlag méreteit képviselné. Még leginkább megközelelti az állományátlagot a 88. sz. állomány sorrendben 9-ik törzse a $d = 175$ mm, $h = 18.00$ és a $v = 0.205$ m³-es méreteivel.

A becslésnél az a lényeg, hogy a kiválasztott átlagtörzs, ill. több átlagtörzs döntése esetén azok átlagos fatömege az állomány átlagos fatömegével megegyezzen. Ha ebből a szempontból vizsgálom a törzseket és azokat a törzseket, amelyek fatömege nem tér el $\pm 5\%$ -nál jobban az átlagtól, a mellmagassági átmérőjük szerint csoportosítom, akkor a következő eredményre jutok:

1. 86. sz. állomány:

$$d_{1-3} = 155 \quad 157 \quad 157 \quad 160 \quad 160 \quad 163 \text{ mm}$$

$$v = 0'138, 0'141, 0'148, 0'139, 0'146, 0'135 \text{ m}^3$$

$$d_{1-3} = 163 \quad 163 \quad 163 \quad 163 \quad 164 \quad 164 \text{ mm}$$

$$v = 0'133, 0'149, 0'147, 0'132, 0'138, 0'139 \text{ m}^3$$

2. 88. sz. állomány:

$$d_{1-3} = 171 \quad 173 \quad 175 \quad 177 \quad 177 \text{ mm}$$

$$v = 0'193, 0'187, 0'205, 0'194, 0'192 \text{ m}^3$$

Ezekből az adatokból kitűnik, hogy az átlagtörzs felkeresésénél a kiszámított átlagátmérőtől ± 5 mm-rel nyugodtan eltérhetünk, ez a becslés pontosságát nem fogja befolyásolni. De igazolják ezt a többi adatok is, amelyekből kitűnik, hogy ezen a határon belül azoknak a törzseknek fatömege, amelyek vékonyabbak az átlagnál, épúgy mutat $\pm$ irányú eltérést az átl. fatömegtől, mint az átlagnál vastagabb törzseké. Ez mindenesetre megkönnyíti az átlagátmérőjű törzsek felkeresését. De a vizsgált anyagból az is kitűnt, hogy körülbelül ez az a határ, amit, ha a fatömegbecslésnél az 5%-os hibahatárt nem akarjuk átlépni, be kell tartanunk.

A 86. sz. állománynál az összes átlagátmérőjű törzsek fatömegének az átlaga $0'142 \text{ m}^3$, tehát megegyezik az állományátlaggal. A 88. sz. állománynál ezek átlaga $0'191 \text{ m}^3$, ami $-2'5\%$ -os hibának felel meg. Ha csak egy átlagtörzset döntünk és annak kiválasztásánál a magasságra nem vagyunk tekintettel, úgy az elkövethető maximális hiba a 86. sz. állománynál $+21'5$, ill. $-31'0\%$, a 88. sz.-nál pedig $+17'8$, ill. $-22'0\%$. Ezeket a hibahatárokat azonban joggal csak elméletieknek tekinthetjük, mert az átlagtörzs kiválasztásánál, ha előzőleg nem is tájékozódunk közvetlen magasságmérések útján annak átlagos magasságáról, nem fogunk olyan törzset átlagtörzsnek kiválasztani, amelynek magassága 2—3 m-rel eltér az állomány átlagos magasságától.

Egy próbatörzs döntése esetén azonban még akkor is nagy hibát követhetünk el, ha annak kiválasztásánál a magasságot is figyelembe vesszük. Ha a magassági ingadozást $\pm 0'5$ m-nek vesszük, amit nyugodtan megtehetünk, mert még ha magasságmérőt is alkalmazunk az átlagtörzs felkeresésénél, ekkora mérési hibával számolhatunk, akkor az elkövethető maximális hiba a fatömegben a 86. sz. állománynál $+7'7$, ill. $-13'3\%$, a 88. sz. állománynál pedig $+10'7$, ill. $-7'1\%$. Tehát még mindig elég tekintélyes. Nem biztosít minden esetben jobb eredményt az sem, ha csak azokat a törzseket vesszük figyelembe, amelyeknek átmérője pontosan egyezik a kiszámított átlaggal. Pl. ha 86. sz. állománynál, ahol 3 drb 160 mm-es átmérőjű törzs

van, egyet-egyet választok ki átlagtörzsűl, a fatömegben elkövetett hiba lesz sorban: $-2'1$, $+14'1$ és $+2'8\%$; a 88. sz. állománynál, ahol csak két törzs (175 és 176 mm átmérővel) felel meg ennek a követelménynek, a hiba lenne sorban: $+4'6$ és $-10'7\%$. Tehát ebben az esetben is elkövethetünk 10%-nál nagyobb hibát. Az átmérőnek ilyen szigorú megkövetése azonban nagyon megnehezíti az átlagtörzs felkeresését és méginkább ez lenne a helyzet, ha a magasság tekintetében is ilyen szigorúan ragaszkodnánk a kiszámított átlaghoz. Az utóbbi esetben az is könnyen előfordulhatna, hogy egyáltalában nem találnánk olyan törzset, amely az előírt méreteknak megfelelne. Pl. a 86. sz. állományban nincs olyan törzs, amelynek a magassága 15'9 m, átmérője pedig 160 mm volna.

Mindezek az okok kötelezően írják elő, hogy az állományátlagtörzsekkel való becslésnél, hacsak valamire való biztonsággal is azt akarjuk, hogy a hiba ne emelkedjék a gyakorlatilag is megengedhető hibahatár fölé, mindig több átlagtörzset kell döntenünk. A következő kérdés volna, hogy mennyi átlagtörzset kell döntenünk, ha valamely adott hibahatár alatt akarunk az eredménnyel maradni. Erre a kérdésre két állomány alapján általános választ adni nem lehet. Némi felvilágosítással szolgálnak a következők. Ha pl. a 86. sz. állományban 3 próbatörzset döntünk, ami az összes törzsszám kb. 1'4%-a, akkor az esetek kb. 2/3 részében a hiba $\pm 8'3\%$ alatt marad. Ez azt jelenti, ha pl. a 86. sz.-hoz hasonló összetételű állományokat becslek és három átlagtörzset döntök, akkor apriori az állományok 2/3 részénél $\pm 8'3\%$ -nál kisebb lesz az elkövetett hiba, 1/3 részénél pedig nagyobb. Ha azt akarnám, hogy a hiba egész biztosan a 10% alatt maradjon, akkor 9 (kerekén 4%-a a törzsszámnak) próbatörzset kellene döntenem. Ezek a számok azonban a valószínűségszámítás alapján vannak meghatározva, ami gyakorlatilag annyit jelent, hogy a felsorolt 155—164 mm-es átmérőjű törzsekből teljesen vaktában választunk ki 3, ill. 9 törzset. Mivel azonban a gyakorlatban az átlagtörzsek kiválasztása nem vaktában, hanem céltudatosan, a legnagyobb eltéréseket okozó túl jó, ill. túl rossz törzsek figyelmen kívül hagyásával történik és ezáltal a lehetséges eltéréseket már ab ovo mérsékeljük, azért véleményem szerint az ilyen gyéritett akácállományokban elegendő 3—4 próbatörzs döntése ahhoz, hogy az elkövetett hiba az esetek legnagyobb részében a $\pm 5\%$ alatt maradjon. Ha pl. a 86. sz. állománynál az átlagtól legjobban eltérő 3 törzstől eltekintünk, úgy 5 törzs (a törzsszám 2'2%-a) döntése elegendő ahhoz, hogy a hiba minden esetben a $\pm 10\%$ alatt maradjon és ebben az esetben a hiba az esetek 2/3 részében $\pm 3'1\%$ alatt marad. Négy próbatörzs döntése esetén ez a határ $\pm 4'3\%$ és ha 3 átlagtörzset döntünk, akkor $\pm 5'4\%$. Ezek az adatok természetesen csak erre a kis próbaterületre vonatkoznak. Nagyobb hasonló összetételű erdőrésztleteknél a döntendő próbatörzsek %-os mennyisége a

dolog természeténél fogva kisebb lesz. Ez a *relatív* kisebb mennyiségű próbatörzs azonban ugyanazt, sőt esetleg nagyobb pontosságot biztosít, mint ezen aránylag kicsi próbaterületekre nézve a *relatív* nagyobb számú próbatörzs. Erre a kérdésre majd egy külön tanulmányban óhajtok kitérni. 42

Studie über die innere Struktur der Robinien-ausschlagbestände.

Von: Dr. Ernő Kováts.

1. Einleitung.

Die vorliegende Studie basiert auf den Probeständen, die zwecks Zusammenstellung einer Robinien-Ertragstafel von dem Lehrstuhl für Forsteinrichtung an der Kön. Ung. Palatin Josef-Universität für Technische und Wirtschaftswissenschaften unter Leitung von Prof. Zoltán Fekete aufgenommen worden sind. Die nähere Beschreibung der Probeflächen erübrigt sich hier, da sie in den veröffentlichten Ertragstafeln zu finden ist.¹⁾ Ich möchte in diesem Zusammenhange nur auf jene Umstände hinweisen, die es mit sich gebracht haben, daß die Aufnahme der Probestände von der allgemein üblichen in mancher Hinsicht abwich. Die Ertragstafeln sind als provisorisch zu betrachten, da sie erst nach Ablauf einer 30jährigen Periode (höchster Umtrieb für die Robinie) ihren endgültigen Inhalt bekommen werden. Die Probeflächen dienen weiterhin als ständige Versuchsfelder, deren Entwicklungsgang verfolgt wird, woraufhin die endgültigen Ertragstafelangaben erst festgelegt werden. Für die Aufstellung der Ertragstafeln wurde eine im Vergleiche zu dem zur Verfügung stehenden Personal nur kurze Frist gegeben, binnen welcher alle Arbeiten durchzuführen waren. Das erklärt, daß bei der Aufnahme der Probestände die Arbeiten verkürzt werden mußten, wenn es auch auf Kosten der Vollständigkeit gegangen ist.

2. Aufnahme der Probestände.

Bei der Aufnahme der einzelnen Probestände wurde ein jeder Stamm einer dreifachen Klassifikation unterworfen, und zwar 1. einer biologischen, 2. einer wirtschaftlichen und 3. einer mechanisch aequidistanter.

Die biologische Klassifikation erfolgte auf Grund der biologischen

¹⁾ Zoltán Fekete: Ertragstafeln für die Robinie. Sopron, 1937.

Klassifikation *Lönnroth's*²⁾ mit der Verkürzung, daß für einen jeden Baum nur die Etage bestimmt wurde, in die er gehörte. Von der Bestimmung der Baumklasse, deren richtige Taxierung längere Zeit in Anspruch nimmt als die bloß durch die relative Höhe gekennzeichnete Etagenzugehörigkeit, mußte eben wegen Zeitmangel abgesehen werden. Die vier Etagen sind folgende:

- | | | |
|--------------------------------|---|---------------------------|
| 1. Etage: herrschende Bäume | } | herrschender Bestandteil. |
| 2. Etage: mitherrschende Bäume | | |
| 3. Etage: beherrschte Bäume | } | beherrschter Bestandteil. |
| 4. Etage: unterdrückte Bäume | | |

Die biologische Klassifikation der Bäume eines Bestandes fußt auf dem Beherrschungsprinzip und dieses beruht auf zwei Faktoren: 1. Länge, d. h. die relative Länge des Stammes in Bezug auf seine nächste Umgebung, 2. Krone, d. h. inwieweit die Kronen sich einander decken, bzw. drücken. Obzwar die Etagen nur durch die Höhe gekennzeichnet werden, kann man bei der Durchführung der Klassifikation die beiden Charakteristiken nicht so leicht auseinander halten, da man geneigt ist, von einer Gruppe Bäume diejenigen, die eine schlechter entwickelte Krone besitzen, in eine niedrigere Etage einzureihen, als die übrigen, obwohl dies durch die Länge nicht gerechtfertigt wird. Schwierigkeiten bestehen hinsichtlich der Bestimmung der Etagenzugehörigkeit bei den sehr schlechten Standorten. Dort stehen die Bäume so weit voneinander entfernt, daß man von Beherrschung und Unterdrückung der oberirdischen Teile überhaupt nicht sprechen kann. Der Kampf vollzieht sich hier unter der Erde um das Wasser und um den Nährstoff; Licht und Luft stehen im Überfluß für einen jeden Baum zur Verfügung. Hier geht die biologische Klassifikation der Etagen mehr oder weniger in eine auf Augenschätzung beruhende mechanische Höhenklassifikation über.

Die wirtschaftliche Klassifikation erfolgte durch die Ausscheidung der Bäume in Neben- und Hauptbestand. Dadurch wurde eigentlich der wirtschaftliche Wert der einzelnen Bäume gekennzeichnet, weil nämlich der Nebenbestand jene Bäume umfaßt, die ihre wirtschaftliche Rolle schon beendet haben und deswegen aus dem Bestande zu entfernen sind, während der Hauptbestand aus jenen Stämmen besteht, die als günstigwirkendes Kapital noch weiterhin im Bestande belassen werden.

Die mechanisch-aequidistante Klassifikation wurde auf Grund der gemessenen Brusthöhendurchmesser und zwar in 1 cm Durchmesserstufen vorgenommen.

²⁾ E. Lönnroth: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger, naturnormaler Kiefernbestände. Helsinki, 1925.

Die Durchführung der einzelnen Klassifikationen geschah auf folgende Weise. Nach dem Aufsuchen und nach der Fixierung der Probestfläche wurde zuerst der Nebenbestand ausgeschieden. Die angewandte Durchforstung war eine typische Niederdurchforstung. Die biologische und mechanische Klassifikation wurden zusammen durchgeführt. Der Bruthöhendurchmesser jedes Baumes wurde von zwei aufeinander senkrechten Richtungen gemessen und sogleich auch die Etagenzugehörigkeit abgeschätzt. Obwohl das Alter der Probebestände überall von den Betriebsplänen hätte entnommen werden können, wurde es doch unmittelbar durch das Zählen der Jahrringe der gefällten Stämme bestimmt.

Die Holzmassen des Haupt- und Nebenbestandes wurden mit Hilfe der *Feketeschen* Robinien-Holzmassentafel berechnet.¹⁾ Deshalb wurden in jedem Probebestand Höhenmessungen durchgeführt und auf Grund derselben ausgeglichene Bruthöhendurchmesser-Höhenkurven konstruiert, gesondert für den Haupt- und für den Nebenbestand. Diese Höhenkurven fanden auch für die Berechnung jener verschiedenen Höhenmittelwerte, die in dieser Studie untersucht worden sind, Verwendung. In zwei Probebeständen wurden sämtliche Stämme gefällt und sektionsweise kubiert. Die Ergebnisse dieser Aufnahmen ermöglichten einige interessante Untersuchungen betreffs der innenbestandlichen Beziehungen zwischen gewissen Holzmassenfaktoren. Die Anwendung der Holzmassentafeln bei der Holzmassenbestimmung war wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit unumgänglich nötig. Sie verbürgen zwar nicht jene Genauigkeit als das für die Probestflächenaufnahme allgemein übliche Verfahren, aber wie sich bei der Prüfung der Massentafeln ergeben hat, sichern sie doch ein bis auf $\pm 3-7\%$ genaues Ergebnis.

Mit den Höhenmessungen, welche zwecks Erreichens genauerer Resultate im Winter durchgeführt worden sind, waren die Aufnahmearbeiten der Probebestände beendet. Es wurden dann noch folgende Arbeiten für jeden Probebestand durchgeführt: Zusammenstellung der Bruthöhendurchmesserverteilungen für den Haupt- und für den Nebenbestand und innerhalb dieser für die vier Etagen. Zeichnung der Höhenkurve des Haupt-, bzw. Nebenbestandes. Berechnung der Grundfläche, des mittleren Durchmessers, der mittleren Höhe, der Formzahl und der Masse (Derbholz, Reisig, Stock- und Wurzelholz) für Haupt- und Nebenbestand und dabei für die 4 Etagen.

3. Die angewandten mathematisch-statistischen Untersuchungsmethoden.

Die bei der Bearbeitung des Materials angewendeten mat. stat. Charakteristiken können am einfachsten von der allgemeinen Definition der re-

¹⁾ *Z. Fekete*: Massen- und Sortimentstafeln für die Robinie. Sopron, 1935.

lativen Momente abgeleitet werden.²⁾ Die relativen Momente einer statistischen Reihe $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$ bezogen auf einen beliebigen x' -Wert sind mit der Formel

$$v_{sx'} = \frac{\sum (x_i - x')^s n_i}{\sum n_i}$$

definiert, wobei n_i die zu den einzelnen x_i -Werten gehörigen Frequenzen bedeutet. Ist $x = 0$, so geht die obige Formel in

$$v_{s0} = \frac{\sum x_i^s n_i}{\sum n_i}$$

über. Das auf den wirklichen Nullpunkt ($x = 0$) bezogene erste relative Moment der statistischen Reihe ist

$$v_{1,0} = \frac{\sum x_i \cdot n_i}{\sum n_i} = M,$$

also das arithmetische Mittel. Das ist das erste und auch wichtigste Charakteristikum. Das auf den wirklichen Nullpunkt bezogene zweite relative Moment ist gleich

$$v_{2,0} = \frac{\sum x_i^2 n_i}{\sum n_i}$$

Die Quadratwurzel dieses Momentes ist das quadratische Mittel der statistischen Reihe. Der Bruthöhendurchmesser des Kreisflächenmittelmasses eines Bestandes ist also das mit der Stammzahl gewogene quadratische Mittel sämtlicher Bruthöhendurchmesser.

Die folgenden Charakteristiken sind von den auf das arithmetische Mittel bezogenen relativen Momenten abgeleitet. Wenn man einfachheitshalber bei diesen Momenten in der Indexbezeichnung nur den Grad angibt, dann ist die allgemeine Formel der auf das arithmetische Mittel bezogenen relativen Momente

$$v_s = \frac{\sum (x_i - M)^s n_i}{\sum n_i}$$

Das auf das arithmetische Mittel bezogene zweite relative Moment liefert uns das zweite Charakteristikum: die Streuung (σ).

$$v_2 = \frac{\sum (x_i - M)^2 n_i}{\sum n_i}, \quad \sigma = \sqrt{v_2}$$

Das relative Maß der Streuung ist der Variationskoeffizient, welcher mittels der Formel

$$V = \frac{100 \sigma}{M}$$

berechnet wird.

²⁾ Die folgenden sind auf Grund *Charlier's* „Grundzüge der math. Statistik“ und *Rietz Baur* „Handbuch der math. Statistik“ zusammengestellt.

Betreffs der Stammverteilungsreihen wurden auch die zwei höheren Charakteristiken berechnet und zwar mittels der von *Charlier* angegebenen Formeln. Diese Charakteristiken sind die Asymmetrie (Schiefe) und der Exzeß.

Die erstere ist mit der Formel

$$S = -\frac{\nu_3}{2\sigma^3}$$

definiert, wo ν_3 das dritte relative Moment um das arithmetische Mittel bedeutet, also

$$\nu_3 = \frac{\sum (x_i - M)^3 n_i}{\sum n_i}$$

Der Asymmetriekoeffizient ist das Maß der Schiefe der statistischen Verteilung.

Der Exzeß kennzeichnet die Abweichung der Verteilung von der Normalen, und zwar bedeutet ein positiver Exzeß eine übernormale Frequenzzahl in der Umgebung des arithmetischen Mittels, ein negativer Exzeß das Entgegengesetzte.

$$E_s = \frac{1}{8} \left[\frac{\nu_4}{\sigma^4} - 3 \right], \text{ wo } \nu_4 = \frac{\sum (x_i - M)^4 n_i}{\sum n_i}$$

Die Stammverteilungskurven, welche in den graphischen Tafeln angegeben sind, sind teilweise graphisch, teilweise rechnerisch abgeleitet worden. In dem letzteren Falle wurde die von der Differenzgleichung

$$\frac{\Delta y_x}{\Delta x} = \frac{y_x(a+x)}{b_0 + b_1 x + b_2 x^2} \quad \text{abgeleitete Gleichung}$$

$$\frac{y_{x+1}}{y_x} = \frac{x^2 + c_1 x + c_2}{x^2 + c_3 x + c_4}, \text{ angewendet, wo } c_1 = -1 - \left[1 - \frac{\nu_3}{\nu_2} \right] \frac{1}{\delta},$$

$$c_2 = \nu_2 \left[1 + \frac{2}{\delta} \right], \quad c_3 = c_1 + 4 + \frac{2}{\delta}, \quad c_4 = c_2 + c_3 - 1$$

$$\delta' = \frac{2\alpha_4 - 3\alpha_3^2 - 6 + \frac{1}{\nu_2}}{\alpha_4 - 3 + \frac{1}{\nu_2}} \quad \text{und } \alpha_s = \frac{\nu_s}{\sigma_s} \text{ bedeutet.}$$

Warum ich die graphische Ausgleichung, bzw. diese Formel zur Gewinnung ausgeglichener Verteilungsreihen angewandt habe und nicht die *Charlier'sche* Formel, was ja nach der Berechnung der Asymmetrie- und Exzeßkoeffizienten folgerichtiger gewesen wäre, wird später, im Zusammenhang mit der Untersuchung der Verteilungen erörtert.

Um das Vorhandensein, bzw. das Maß der Verbundenheit zweier Bestandescharakteristika festzustellen, wurde auch stellenweise der Korrelationskoeffizient auf Grund der Formel:

$$r = \frac{\frac{1}{\sum n} (x_i y_i) - M_x \cdot M_y}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

berechnet.

Die Mittelfehler der einzelnen Charakteristiken wurden mit folgenden Formeln berechnet:

$$\begin{aligned} \varepsilon(M) &= \pm \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \quad \varepsilon(\sigma) = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{2N}}, \quad \varepsilon(V) = \pm \frac{V}{\sqrt{2N}} \left[1 + \left(\frac{V}{100} \right)^2 \right]^{1/2} \\ \varepsilon(S) &= \pm \frac{1.2247}{\sqrt{N}}, \quad \varepsilon(E) = \pm \frac{0.6124}{\sqrt{N}}, \quad \varepsilon(r) = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{N}} \end{aligned}$$

Die Ausgleichung der Zahlenwerte der einzelnen Bestandescharakteristiken jener Bestände, welche zu einer Entwicklungsreihe zusammengefaßt wurden, erfolgte durchwegs graphisch. Es wäre wohl im Einzelfall möglich die Ausgleichung rechnerisch durchzuführen, was in gewissen Fällen als guter Ausgangspunkt dienen kann, da aber die einzelnen Bestandescharakteristiken (Höhe, Durchmesser, Formzahl und Masse) zueinander in solchen, durch allgemeingültige Regeln definierten Wechselbeziehungen stehen, die auch zwischen den ausgeglichenen Werten bestehen müssen, so müssen wir die mathematisch hergeleiteten Kurven nach oben oder nach unten verschieben, damit eben jene geforderten Zusammenhänge zwischen den ausgeglichenen Werten der Bestandescharakteristiken zur Geltung kommen. Deswegen ergibt die unmittelbare Anwendung des graphischen Verfahrens dasselbe Resultat mit weniger Mühe.

4. Die Homogenität des bearbeiteten Materials.

Die zu einer Entwicklungsreihe zusammengefaßten Bestände müssen in Bezug auf die Entstehungsart, des Alters, die Holzart, die Normalität, den Standort und die Behandlungsweise homogen sein.

Die untersuchten Bestände waren ausnahmslos Ausschlagbestände und doch sind einige Unterschiede zwischen ihnen hinsichtlich der Entstehungsart vorhanden. Die Bestände Nr. 3, 15, 16, 17, 22, 31, 41, 43, 45, 54, 56, 62, 63, 65, 66, 68, 77, 79, 81 und 90 sind Wurzel- und Stockausschläge, die übrigen reine Stockausschläge. Außerdem stammten die Bestände Nr. 10 und 75 aus zweitem Ausschlag. Obwohl es eine allgemeine Beobachtung ist, daß der erste Ausschlag die beste Entwicklung zeigt und die Folgenden im Vergleich zu den ersten immer schlechter werden, und weiter auch angenommen wird, daß Stockausschläge sich weniger gut entwickeln als Wurzel- und Stockausschläge, konnte in diesem Fall doch kein diesbezüglicher Unterschied zwischen den betreffenden Beständen festgestellt werden. Das wäre wohl überhaupt nur dann möglich, wenn die Klassifikation der Standorte

unabhängig von den Bestandescharakteristiken durchzuführen gewesen wäre. Bei der Anwendung der Höhe als Bonitätsweiser sind die durch die oben erwähnten Unterschiede verursachten, eventuellen Entwicklungsverschiedenheiten nicht festzustellen, da in diesem Fall die schlechtere Entwicklung nur das zur Folge hat, daß der betreffende Bestand einem schlechteren Standort zugeteilt wird. Da die obigen Bestände im Vergleich zu den anderen, in dieselbe Standortsklasse gehörenden Bestände keine kennzeichnenden Unterschiede bezüglich der untersuchten Eigenschaften aufwiesen, lag auch kein Grund vor, diese Bestände als nicht homogene auszuscheiden.

Was das Alter betrifft, so waren alle Bestände in solchem Grade gleichaltrig, wie es bei den Ausschlagwäldern überhaupt der Fall ist. Obwohl man annehmen könnte, daß eben die Ausschlagwälder in dieser Hinsicht den theoretischen Forderungen entsprechen müßten, zeigten sich doch gewisse Unterschiede in dem Alter der Bäume der selben Probefläche. Dieser Unterschied war in den meisten Fällen gering (1—2 Jahre), was man dadurch erklären kann, daß die Bäume des Ausschlagwaldes nicht alle von den Ausschlägen herangewachsen sind, welche in dem, auf den Abtrieb folgendem Jahr entstanden sind, sondern daß die Bildung der Ausschläge in einem Zeitintervall von einigen Jahren vor sich geht. In einigen Beständen wurden auch größere Unterschiede vorgefunden. Diese finden ihre Erklärung in der großen Ausschlagfähigkeit der Robinie. Wenn nämlich bei der Durchforstung oder durch andere Ursachen das an und für sich schon lose Kronendach des Bestandes in größerem Maße durchgebrochen wird, beginnt sogleich die Ausschlagbildung. Die so entstandenen Stämme bleiben aber ihr ganzes Leben hindurch im Unterstand, und sie wurden bei der angewandten Niederdurchforstung aus dem Bestande entfernt. Da die Untersuchungen sich aus später angeführten Gründen nur auf den verbleibenden Bestand bezogen, könnten auch diese Bestände als gleichaltrig betrachtet werden.

Die untersuchten Bestände waren mit wenigen Ausnahmen ganz reine Robinienbestände. In einigen Beständen sind auch andere Holzarten vorgekommen, und zwar *Juglans nigra*, *Quercus pedunculata*, *Acer campestre*, *Populus alba* und *P. tremula*, aber nur ganz vereinzelt so, daß ihr Anteil weit unter 0,1 geblieben ist.

Es wurden aus solchen Beständen Probeflächen genommen, die die äußeren Zeichen einer normalen Entwicklung zeigten. Der Begriff der Normalität unterliegt gewissermaßen subjektiven Erwägungen, was aber nicht zu umgehen ist. Die verschiedenen Methoden, die für die Beurteilung der Normalität der Bestände von einigen Autoren vorgeschlagen wurden, bauen sich ziemlich einseitig auf diesem oder jenem Bestandescharakte-

ristikum auf. Es bleibt also die okulare Schätzung auf Grund des allgemeinen Eindrucks des Bestandes. Die führende Rolle bei der Beurteilung spielt gewiß der Bestockungsgrad und die Bestockungsform des Bestandes. Und eben diesbezüglich besteht ein wichtiger Unterschied zwischen den verschiedenen Bonitäten. Der Bestockungsgrad wird bei der Okularschätzung mit Hilfe des Kronenschlußgrades beurteilt. Bei den Robinienbeständen bleibt aber mit geringer werdender Bonität der Schlußgrad hinter dem Bestockungsgrad zurück. Nicht einmal in den besten Standorten erreicht der Schlußgrad den Wert 1'0, obwohl der Bestockungsgrad als voll betrachtet werden kann. Bei den schlechten Standorten ist diese Differenz ziemlich beachtlich; sie kann 0'4—0'6 betragen. Dies hat die Beurteilung der Normalität nur noch mehr erschwert. Von der Anwendung der mat. stat. Methoden bei der Beurteilung der Normalität und der Homogenität des Materials wurde abgesehen.

Die Probebestände wurden so gewählt, daß sie möglichst alle vorkommenden Bonitäten umfassen. Um auch betreffs der Bonität eine gewisse Homogenität der zu einer Entwicklungsreihe zusammengefaßten Bestände zu sichern, müßten die Bestände in Standortsklassen eingeteilt werden. Die beste und natürlichste Methode: einzelne Standortsklassen unabhängig von den Bestandescharakteristiken, auf Grund biologischer Standortsklassifizierung auszuscheiden, war leider nicht möglich. Die diesbezüglichen Untersuchungen von Prof. *Fekete*¹⁾ haben es nämlich gezeigt, daß, wenn auch nur drei Standortsklassen auf Grund der Bodenvegetation ausgeschieden worden sind, die Zahlenwerte der Bestandescharakteristiken der drei Standortsklassen sich in sehr hohem Grade deckten und sich miteinander mischten. Die durch die Bodenvegetation gekennzeichneten Standortsvielfaltigkeiten könnten also taxatorisch nicht verwertet werden.

Es blieb also die alte, mechanische Standortseinteilung als mögliche zurück. Die erfolgte auf Grund der Oberhöhe der Probebestände. Die Oberhöhe wurde als die mit der Stammzahl gewogene, arithmetische Mittelhöhe der ersten Etage definiert. Berechnet wurde sie für jeden Bestand auf Grund der ausgeglichenen Höhenkurve und der Brusthöhendurchmesserverteilung der Etage. Es wurden sechs Standortsklassen gebildet. Die Bildung der Standortsklassen und die Ausscheidung der Bestände in die einzelnen Standortsklassen wurden graphisch durchgeführt (siehe Abb. 1). Die Beurteilung der Zugehörigkeit der einzelnen Bestände war nur bei jenen Beständen zweifelhaft, welche in unmittelbarer Nähe oder gerade auf die Grenzlinie der einzelnen Standortsklassen gefallen sind. Bei ihnen wurde die Zugehörigkeit zu dieser oder jener Standortsklasse auf Grund ihrer Stammzahl und Masse entschie-

¹⁾ *Zoltán Fekete*: Ertragstafeln für die Robinie. Sopron, 1937. S. 36—40.

den. Die Standortsklassen V. und VI. waren nur mit so wenig Probeständen ausgestattet, daß ich beide in den weiteren Untersuchungen zusammengefaßt habe. Die ausgeglichenen Kurven und Zahlenwerte dieser beiden zusammengefaßten Standortsklassen sind nur vollständigkeithalber angegeben und man kann sie nicht mit den anderen als gleichwertig betrachten, da außer der geringen Anzahl der Probestände auch deren schlechte Verteilung innerhalb des untersuchten Zeitintervalls und die die anderen Standortsklassen weit übertreffende Streuung der Zahlenwerte derselben die Ausgleichung unsicher machten.

Während die Homogenität der Probestände hinsichtlich der behandelten Eigenschaften mit genügender Mühe und Sorgfalt in ziemlich hohem Grade zu erreichen war, kann man das betreffs der Behandlungsweise der Bestände in der Vergangenheit nicht behaupten. Obwohl bei den Robinien-Ausschlagwäldern keine so große Wahl der anzuwendenden Behandlungsweise möglich ist wie beim Hochwald, so konnten doch prinzipielle Verschiedenheiten zwischen den von verschiedenen Orten stammenden Probeständen festgestellt werden. Die Unterschiede sind in erster Linie auf die Verschiedenheit der angewandten Durchforstungen zurückzuführen. Die Durchforstungsart, wo überhaupt durchforstet wurde, war durchwegs die gleiche, nämlich Niederdurchforstung, nur bezüglich des Grades waren Verschiedenheiten vorhanden. Die Wirkung der Durchforstung drückt sich in erster Linie in Stammzahl und Holzmasse aus. Diesbezüglich wurde festgestellt, daß innerhalb derselben Standortsklasse die von Pusztavacs und Mezöhegyes stammenden Probestände hohe, die von Szeged und Debrecen stammenden mittlere und die aus Kecskemét und Jánoshalma niedrige Stammzahlen haben. Diese Feststellung bezieht sich auf die Stammzahlen vor der von uns durchgeführten Durchforstung.

Aber auch die von derselben Gegend stammenden Probeflächen waren diesbezüglich nicht homogen untereinander, weil sich darunter solche befanden, die kurz vor der Aufnahme, und solche, welche schon länger oder fast garnicht durchforstet waren.

Die Umstände haben mich veranlaßt, daß ich die innerbestandlichen Untersuchungen nur betreffs des verbleibenden Bestandes durchführte. Dadurch wurden diese Unterschiede im Material, wenn auch nicht ganz aufgehoben, so doch auf ein Mindestmaß beschränkt.

Es wurden auch die Stammzahlen und Holzmassen des verbleibenden Bestandes der einzelnen Probeflächen innerhalb derselben Bonität untersucht, und wenn sie in die benachbarten Standortsklassen fielen, so wurde der betreffende Bestand als nicht homogen von den Untersuchungen endgültig ausgeschaltet. Ausnahmen bildeten die Bestände, deren Oberhöhe in unmittelbarer Nähe oder gerade auf die Grenzlinie der einzelnen Stand-

ortsklassen fielen. Diese wurden jener Standortsklasse zugeteilt, wohin sie nach Stammzahl und Masse gehörten. Aus diesem Grunde wurden die Bestände Nr. 15, 19, 24, 25, 66, 75 und 79 völlig ausgeschaltet, die Bestände Nr. 39 und 40 von der II. in die I., Nr. 5 von der II. in die III., Nr. 9 von der III. in die II., Nr. 33 und 34 von der III. in die IV. und Nr. 69 von der V—VI. in die IV. Standortsklasse übertragen. Die endgültige Verteilung der Probebestände in den einzelnen Standortsklassen ist folgende:

I. Stkl.: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 23, 26, 39, 40, 47, 49, 54, 63, 77, 93, 94, 95, 96, insgesamt 21 Stück.

II. Stkl.: 6, 9, 12, 16, 20, 29, 31, 44, 58, 60, 61, 67, 76, 80, 81, 82, insgesamt 16 Stück.

III. Stkl.: 5, 17, 18, 21, 22, 27, 32, 35, 38, 45, 48, 50, 51, 52, 53, 55, 65, 72, 73, 85, 86, 87, 88, 89, 90, insgesamt 25 Stück.

IV. Stkl.: 13, 30, 33, 34, 37, 41, 42, 43, 56, 57, 59, 62, 68, 69, 74, 83, 92, insgesamt 17 Stück.

V—VI. Stkl.: 14, 28, 36, 46, 64, 70, 71, 78, 84, 91, insgesamt 10 Stück.

Die Verteilung der aus derselben Gegend stammenden Probeflächen nach Bonität ist in der Tab. Nr. 1 ersichtlich. Die größte Verbreitung hat, wie zu erwarten war, die II. und III. Klasse. Die erste Klasse ist hauptsächlich durch Pusztavacs vertreten, welches Gebiet demnach als der beste Robinien-Standort in der großen Ungarischen Tiefebene zu betrachten ist. Kecskemét und Szeged lieferten die Mehrzahl der schlechteren Bonitäten.

Von der Anwendung der mat. stat. Methode zur Beurteilung der Zugehörigkeit der einzelnen Bestände zur Reihengesamtheit, um dadurch eine noch strengere Homogenität zu erreichen, wurde abgesehen. Die Gründe dazu anzuführen erübrigt sich, ich kann mich diesbezüglich auf *Lönnroth's* Behauptungen berufen.¹⁾

Das aufgearbeitete Material ist eben das homogenste, was unter den gegebenen Umständen zu sammeln möglich war. Und wenn es auch den strengen Homogenitätsforderungen der mat. Statistik nicht entspricht, so wäre es doch verfehlt, darum auf die Untersuchung der innerbestandlichen Struktur ganz zu verzichten. Es müssen eben die Ergebnisse dieser Untersuchungen als die ersten Richtlinien für die innere Struktur der Robinienbestände betrachtet werden, die ebenso, wie die Ertragstafeln selbst, ihren endgültigen Abschluß erst nach Ablauf einer längeren Untersuchungsperiode finden können.

¹⁾ *Lönnroth.* S. 147 und 149.

5. Die Stammzahl.

Die auf 1 ha berechneten, absoluten Stammzahlen der Probebestände und den relativen Anteil der Etagen vor und nach der Durchforstung enthält die Tabelle Nr. 2. Obwohl die Untersuchungen sich auf den verbleibenden Bestand beziehen, wurden in einigen Fällen zwecks Vergleich die Untersuchungen auch auf den Haupt- und Nebenbestand ausgedehnt. So auch hier.

Die Stammzahlkurven der einzelnen Standortsklassen sind in der Abb. 2 dargestellt. Sie zeigen den allgemeinen hyperbelartigen Verlauf. Die Stammzahlenabnahme, welche am besten den Kampf innerhalb des Bestandes kennzeichnet, ist sowohl absolut, als auch relativ in dem jüngsten Alter am größten (s. Tab. 3.)

Auch die Reihenfolge der Stammzahlkurven der einzelnen Standortsklassen ist in dem untersuchten Zeitintervall die übliche: im gleichen Alter nimmt die Stammzahl mit dem Schlechterwerden des Standortes zu. Die Differenzen zwischen den einzelnen Standorten desselben Alters zeigen keine Regelmäßigkeit.

Die Reihenfolge der Stammzahlkurven der einzelnen Bonitäten muß sich aber im höheren Alter ändern, da ein Bestand auf schlechterem Standort im allgemeinen früher absterben muß, als auf einem besseren Standort. Die Stammzahlkurve der schlechteren Standorte schneidet also im Falle eines durch natürlichen Tod eintretenden Abganges früher die Abszissenachse, als die der besseren Standorte. Daraus folgt, daß über einen gewissen Zeitpunkt hinaus die Reihenfolge der Stammzahlkurve der einzelnen Bonitäten eine umgekehrte wird und die Stammzahl mit fallender Bonität abnimmt. Unsicher ist das gegenseitige Verhalten der Stammzahlkurven auch in frühestem Alter. Da es nicht plausibel ist, daß sich in dem nach dem Abtrieb folgenden Jahre auf dem schlechteren Standorte mehr Ausschläge bilden, als auf den besseren, so scheint es annehmbar zu sein, daß sich die Stammzahlkurven auch in dem jüngsten Alter schneiden.

Der Ablauf der Stammzahlkurven des verbleibenden Bestandes ist in Wirklichkeit nicht glatt, sondern gestuft (s. Abb. γ im Text). Die Durchforstungen verursachen immer ein plötzliches Sinken der Stammzahl. Zwischen zwei Durchforstungen, wenn sie regelmäßig wiederkehren, ändert sich die Stammzahl nur sehr wenig oder gar nicht. In dieser Zeit verläuft also die Stammzahlkurve fast oder ganz wagerecht. Es sind ja eigentlich sämtliche Wachstumskurven des verbleibenden Bestandes gestuft, aber es ist allgemein üblich, sie mit einer durch die Spitzen dieser Stufen laufenden, glatten Kurve wiederzugeben.

Die relativen Stammzahlkurven der Etagen sind in den Abb. 3a—3e

und 4a—4e dargestellt, und zwar bezieht sich Fig. 3 auf den Haupt- und Nebenbestand und Fig. 4 auf den Hauptbestand. Bei dem Zeichnen der Kurven der undurchforsteten Bestände (Haupt- und Nebenbestand) wurden die Bestände Nr. 11, 47, 6, 5, 35 und 45 außer acht gelassen, weil sie in dem der Aufnahme vorangehenden Jahre durchforstet worden waren.

Obwohl das Material der undurchforsteten Bestände wohl nicht als homogen betrachtet werden kann, zeigen sie doch ganz allgemein ein eindeutiges Benehmen betreffs des Ablaufes der relativen Stammzahlenkurven, so daß man diese qualitativ als richtig betrachten kann, wenn es auch quantitativ nicht der Fall sein dürfte.

Die Kurven zeigen in jedem Standort das gleiche Verhalten. Im Anfang sinkt die relative Stammzahl der ersten Etage und nach dem Erreichen eines Minimums steigt sie wieder an. Die relative Stammzahl der 4. Etage verhält sich entgegengesetzt, im Anfang nimmt sie zu und nach dem Erreichen eines Maximums sinkt sie. Die relative Stammzahl der beiden Zwischenetagen nehmen bis zu dem Zeitpunkt, wo die erste Etage ihr Minimum erreicht, zu und von da ab verhalten sie sich ziemlich gleichmäßig.

Die Änderung der relativen Stammzahl der einzelnen Etagen steht in engster Verbindung mit der Entwicklung der Bestände. Wo der Kampf zwischen den Individuen des Bestandes am schärfsten ist, dort ist auch der Abgang der Stämme von der Oberetage der größte. Die Stämme, die sich in der ersten Etage nicht mehr behaupten können, gehen ziemlich gleichmäßig durch die 2. und 3. Etage in die Grundsicht ein. Das beweist die große Stabilität der relativen Stammzahlen der 2. und 3. Etage. So lange der durch Absterben verursachte Abgang der 4. Etage kleiner ist, als der Zufluß von der oberen Etage, muß ihre relative Stammzahl zunehmen und die der ersten Etage sinken. Das dauert aber nur in der stärksten Wachstumsperiode an, welche bei der Robinie auch auf dem schlechtesten Standort mit dem 15. Jahr abgeschlossen ist. Nach dieser Zeit beginnt die relative Stammzahl der ersten Etage wieder zuzunehmen und die der vierten abzunehmen. Das bedeutet, daß die Bäume, nachdem die Periode des intensiven Längenwachstums abgeschlossen ist, sich jetzt mehr in die Breite ausdehnen und der bisher in vertikaler Richtung geführte Kampf eine horizontale Richtung und damit zugleich einen verlangsamten Verlauf annimmt. Demzufolge vermindert sich der Abgang der ersten Etage so, daß der durch Absterben verursachte Abgang der 4. Etage größer wird, als die Zufuhr aus den oberen Etagen. Die relative Stammzahl der ersten Etage muß also in dieser Zeit zunehmen und die der vierten abnehmen.

Die Durchforstungen verändern diesen Lauf der Kurven (Fig. 4). Die relative Stammzahl der ersten und zweiten Etage wird durch die Durch-

forstung erhöht und die der vierten und dritten vermindert. Die Stufe in den Kurven bedeutet die erste Durchforstung. Von diesem Zeitpunkt an steigt die relative Stammzahl der ersten Etage und die der vierten sinkt. Dieses Steigen, bzw. Sinken ist aber hier viel schwächer, als bei den undurchforsteten Beständen, weil durch die Durchforstung die relative Stammzahl der ersten Etage in dem jüngeren Alter in stärkerem Maße gehoben wird, als später (s. Tab. Nr. 5). Dadurch wird der Verlauf dieser und auch der anderen Kurven abgeflacht.

Um zu veranschaulichen, wie stark das Umsetzen der Stämme von den oberen in die unteren Etagen während einer Durchforstungsperiode ist, habe ich in der Tabelle Nr. 6 die relativen Stammzahlen der zwei Hauptbestandteile (herrschender, bzw. beherrschter Bestandteil) vor und nach der Durchforstung miteinander verglichen. Wie die Zahlen zeigen, ist dieses Umsetzen ganz mächtig. Die Differenzen zwischen den relativen Stammzahlen des herrschenden Bestandteiles vor und nach der Durchforstung sind im höheren Alter gewiß etwas zu hoch, da der größte Teil der Probebestände aus solchen Beständen stammte, in welchen nur eine sehr schwache Niederdurchforstung in der Vergangenheit durchgeführt wurde und auch sie nicht regelmäßig, so daß wir bei der Aufnahme gewiß mehr Nebenbestand gefunden haben, als es der Fall gewesen wäre, wenn die Bestände früher regelmäßig in dem von uns angewandten Grade durchgeforstet worden wären.

Das Verhalten der relativen Stammzahlkurve des verbleibenden Bestandes ein und derselben Etage in den verschiedenen Standortsklassen zeigt Abb. Nr. 5. Die relative Stammzahl der ersten Etage ist in der ersten Standortsklasse die höchste, und mit dem Schlechterwerden des Standortes sinkt sie. Bei den anderen Etagen ist es umgekehrt, mit der Ausnahme, daß die Kurve der V—VI. Standortsklasse auch noch bei der zweiten Etage am niedrigsten ist. Mit dem Schlechterwerden des Standortes sinkt auch der Schlußgrad der Bestände, wodurch mehr Licht in das Innere des Bestandes kommt, was wiederum für die Bäume des beherrschten Bestandteiles die Möglichkeit gibt, ihr Leben länger fristen und so sich in relativ größerem Maße anhäufen zu können, als auf den besseren Standorten. Dazu kommt, daß wir bei der angewandten Niederdurchforstung in den guten Standorten, wo der Kronenschlußgrad des herrschenden Bestandteiles hoch war, fast sämtliche unterdrückten Bäume herausgenommen haben, während in den schlechteren Standorten ein Teil dieser unterdrückten Bäume als Bodenschutz zurückgelassen wurde. Das erklärt das Verhalten der relativen Stammzahlen der Etagen in den verschiedenen Standortsklassen.

6. Die Höhe.

Die Höhenangaben enthält die Tab. Nr. 7. In den folgenden bedeutet H_0 Oberhöhe, $H_g = \frac{\Sigma gh^*}{\Sigma g}$, $H_N = \frac{\Sigma nh}{\Sigma n}$ des Bestandes, H_D die mittlere Höhe jener Stämme, deren Brusthöhendurchmesser gleich dem des Kreisflächenmittelstammes ist, und H_2, H_3, H_4 die mit der Stammzahl gewogene arith. Mittelhöhe der einzelnen Etagen.

Diese verschiedenen Höhenwerte wurden mit Hilfe der Höhenkurve berechnet. Die für den Haupt- und für den Nebenbestand gesondert konstruierten Höhenkurven konnten wegen der angewandten typischen Niederdurchforstung als die Höhenkurven des herrschenden, bzw. des beherrschten Bestandteiles betrachtet werden. Ein gewisser Fehler haftet dennoch an den so berechneten H-Werten der einzelnen Etagen, da die Höhenkurven der vier Etagen eines Bestandes vier unter einander liegende Kurven geben (s. Abb. 6). Bei der angewendeten Berechnung dieser H-Werte wurden aber je zwei von diesen Höhenkurven zusammengefaßt. Dadurch wurden die Mittelhöhen der vierten und zweiten Etage im allgemeinen etwas höher, und die der dritten und ersten etwas niedriger berechnet. Obwohl die absoluten Differenzen zwischen den Höhenkurven der einzelnen Etagen verhältnismäßig groß sein können, war der begangene Fehler im großen und ganzen genommen doch belanglos, weil die resultierende Kurve zwischen den zwei Etagen eine diagonale Richtung einnimmt und dadurch bei der Berechnung des Mittelwertes die Fehler, welche den einzelnen Stärkestufen anhaften, sich gegenseitig aufheben. Siehe Tab. Nr. 8, wo die Fehler für fünf Bestände angegeben sind.

Die Oberhöhen der einzelnen Standorte sind in der Abb. 7 dargestellt. Der Höhenzuwachs ist im jüngsten Alter am größten, nimmt aber rasch ab, so daß er vom 30. Jahre ab schon in allen Standorten unter 0'15 m bleibt. Siehe Abb. 9. Die Kulmination tritt in den einzelnen Standorten in folgendem Alter ein:

Standortsklasse: I.	II.	III.	IV.	V—VI.
Alter: 1—2	3	4	5	8 Jahr.

Die ganz außerordentlich frühzeitige Kulmination des Höhenzuwachses und dessen rasche Abnahme ist für die Ausschlagwälder und außerdem noch speziell für die Schnellwüchsigkeit der Robinie kennzeichnend.

In den Abb. Nr. 8a—8e sind die H_N -Werte der einzelnen Etagen und des Bestandes dargestellt. Die unterste, punktierte Linie gibt die H_N -Werte der vierten Etage vor den Durchforstungen. Die absoluten Differenzen zwischen den Mittelhöhen der Etagen nehmen mit dem Alter zu (s. Tab.

Nr. 9). Da zugleich die Stammzahl abnimmt, muß die Streuung der Höhenvariation mit dem Alter steigen. Die durch die Mittelhöhe der beiden äußeren Etagen dargestellte Weite ist kleiner, als die tatsächliche Höhenvariationsweite des Bestandes. Da aber solche durchgehende Höhenmessungen, die zur Bestimmung der tatsächlichen Höhenvariationsweite nötig sind, nur in zwei Beständen durchgeführt werden konnten, müssen eben die durch die Mittelhöhen charakterisierten Variationsweiten als Weiser dienen.

Infolge der Durchforstungen wurde die Höhenvariationsweite stark vermindert; also vermindert die Durchforstung auch die Streuung der Höhe. Da der Höhenunterschied zwischen der ersten und vierten Etage mit dem Schlechterwerden des Standortes abnimmt, die Stammzahl aber größer wird, so kann man annehmen, daß auch die Streuung der Höhen mit dem Sinken der Bonität abnimmt.

Die Mittelhöhe des Bestandes fällt zwischen der ersten und zweiten Etage, ausgenommen die V—VI. Standortsklasse, wo sie mit der Mittehöhe der zweiten Etage zusammenfällt. Das ist plausibel. Die Mittelhöhe des Bestandes ist gleich,

$$H_N = \frac{H_0P_1 + H_2P_2 + H_3P_3 + H_4P_4}{100}$$

wo H_0 — H_4 die Mittelhöhen der einzelnen Etagen und P_1 — P_4 deren relative Stammzahl bedeutet. Da der P_1 -Wert die übrigen weitaus überwiegt, so muß auch der H_0 -Wert am stärksten in dem H_N -Werte zur Geltung kommen.

In der Tab. Nr. 11 sind die H_2 — H_4 -Werte in Prozenten der Oberhöhe angegeben. Daraus kann man folgendes behaupten: Die relative Mittelhöhe der drei unteren Etagen nimmt mit dem Alter zu, und zwar am stärksten die der vierten Etage. Die Zunahme der relativen Höhe der vierten Etage bedeutet, daß der Variationskoeffizient der Höhenvariation mit dem Alter abnimmt.

Die Zunahme der absoluten Höhen der einzelnen Etagen wird von zwei Faktoren verursacht. Der eine ist ein physiologischer Vorgang, der die Höhenzunahme der einzelnen Bäume und dadurch auch die der Etagen zur Folge hat, der zweite ist das Umsetzen der Bäume von den höheren Etagen in die niedrigeren. Letzterer erhöht aber nur die Mittelhöhe der Etagen und beeinflußt die der einzelnen Bäume nicht. Den ersten könnte man aktiven, den zweiten passiven Höhenzuwachs nennen. Es ist erklärlich, daß je niedriger die Etage, desto größer der Anteil des passiven Höhenwachstums in der Zunahme der Mittelhöhe der Etage ist.

Die Asymmetrie und der Exzeß der Höhenvariation wären nur auf mit-

telbarer Weise festzustellen gewesen und zwar entweder auf jene Weise, wie *Lönnroth* sie durchgeführt hat,¹⁾ oder aber mittels der Annahme, daß die Höhenverteilung eines Bestandes mit jener zu ersetzen ist, welche man auf Grund der Durchmesserverteilung und der Höhenkurve ableiten kann. In der Tab. Nr. 12 sind für die zwei Bestände, in welchen sämtliche Höhen unmittelbar gemessen worden sind, die Ergebnisse beider Methoden mit den auf Grund der tatsächlichen Höhenverteilung gewonnenen verglichen.²⁾ Abgesehen davon, daß die Methode von *Lönnroth* schon darum nicht in Frage kommen könnte, weil bei den meisten Beständen nach der Durchforstung die 4. Etage ganz fehlte oder aber auf 3—10 Stämme reduziert worden ist, zeigen die auf mittelbarer Weise berechneten (2. und 3. Reihe) Asymmetrie und Exzeßkoeffizienten so große Abweichungen von den tatsächlichen, daß ich von der Berechnung dieser Koeffizienten abgesehen habe.

Die Höhenverteilung der zwei untersuchten Bestände zeigte eine beachtliche positive Asymmetrie, welche die Durchforstung stark verminderte. Es liegt die Annahme nahe, daß auch in der Höhenverteilung jene Komplexizität vorhanden sei, was betreffs der Bruthöhendurchmesser- ver- teilung schon festgestellt worden ist. Die zwei diesbezüglich untersuchten Bestände bestätigen auch diese Vermutung. In der Abb. Nr. 10 sind die diesbezüglichen Stammverteilungskurven dargestellt („a“ und „c“ vor, „b“ und „d“ nach der Durchforstung). Die Verteilungen der einzelnen Etagen wurden zuerst als einfache Verteilungsreihen rechnerisch ausgeglichen, dann die so gewonnenen Verteilungsreihen addiert, um die Verteilungsreihe des Bestandes zu bekommen. Sie zeigen alle mehr oder weniger die Eigenschaften einer zusammengesetzten Verteilung. Allgemeingültige Antwort kann ich auf Grund dieser zwei Bestände freilich nicht geben.³⁾

In der Praxis wird sowohl bei der Standortsbestimmung wie auch bei der Holzmassenermittlung mittelst Bestandesmittelstamm die gewünschte Höhe mit der Mittelhöhe jener Bäume, die die mittlere Kreisfläche besitzen, gleich genommen. Es ist also nicht ohne Interesse zu wissen, wie sich die drei Höhen (H_0 , H_g , H_D) zueinander verhalten. Von den betreffenden Zahlenwerten der Tab. Nr. 7 ist es ersichtlich, daß es allgemein

$$H_0 > H_g > H_D \quad \text{is.}$$

¹⁾ *Lönnroth*. S. 170.

³⁾ Es wurde darum nicht das *Charlier'sche* Verfahren bei der Berechnung der Verteilungsarten angewandt, sondern die auf einer Differenzengleichung beruhende Methode, weil man bei der Anwendung letzterer keine Hilfstafeln benötigt, und gibt auch letzterer bei der Ausgleichung einer konkreten Verteilung eine bessere Annäherung als die *Charlier'sche*.

²⁾ Nr. 1 ist das auf durchgehende Höhenmessung beruhende Ergebnis; Nr. 2 das auf Grund der Höhenkurve berechnete und Nr. 3 das durch *Lönnroth's* Verfahren gewonnene Ergebnis.

Obwohl man annehmen kann, daß die Differenzen zwischen diesen Höhenwerten mit dem Alter zunehmen, konnte ein solcher Zusammenhang auf Grund des Materials nicht einwandfrei festgestellt werden. Ebenso konnte keine regelmäßige Beziehung zwischen den Differenzen H_0-H_D und H_G-H_D und dem Standort festgestellt werden. Deswegen gebe ich hier nur einen durchschnittlichen Wert dieser Differenzen an.

Standortsklasse	H_G-H_D		H_G-H_D	
	vor	nach	vor	nach
	der Durchforstung			
I.	1'30	0'40	0'35	0'16 m
II.	1'10	0'51	0'36	0'20 „
III.	1'40	0'45	0'46	0'20 „
IV.	0'87	0'46	0'31	0'20 „
V—VI.	0'88	0'40	0'88	0'40 „

Die H_0-H_D -Werte bewegten sich vor der Durchforstung zwischen den Grenzen 0'2—3'2 m und nach der Durchforstung zwischen 0'0—1'2 m. Die durchschnittliche Differenz der H_0 - und H_D -Werte nach der Durchforstung ist praktisch gesehen belanglos. Sie verursacht bei der Bestimmung der Standortsklasse nur dann einen Fehler, wenn der betreffende Bestand nahe der Standortklassengrenze fällt. Für die Praxis kann man die Regel aufstellen, daß bei nur ganz schwach oder undurchforsteten Beständen zirka 1 m, bei den regelmäßig durchforsteten 0'5 m zur durchschnittlichen Höhe des Grundflächenmittelstammes zu addieren sind, um die Oberhöhe zu bekommen.

Daß die Differenz H_G-H_D immer positiv ist, bedeutet, daß der Grundflächenmittelstamm eines Bestandes im allgemeinen nicht auch zugleich sein Volumenmittelstamm ist,¹⁾ sondern, daß der letztere etwas höher liegt, wenn man die Formzahl in diesem engen Intervall als konstant betrachtet. Das würde also praktisch bedeuten, daß beim Aufsuchen des Bestandesmittelstammes, was ja auf Grund der berechneten Mitteldurchmesser geschieht, solche Stämme aufgesucht werden müssen, derer Höhe um 0'2, bzw. 0'4 m höher ist, als ihre Mittelhöhe. Das ist aber ganz überflüssig, da, wie wir später sehen werden, die Höhenvariation jener Stärkestufe, welche den Kreisflächenmittelstamm vertritt, so groß ist, daß die Höhen der aufge-

¹⁾ Das ist nur dann der Fall, wenn der Grundflächenmittelstamm die Höhe von $\frac{\sum gh}{\sum g}$

Wert und die Formzahl von $\frac{\sum v}{\sum f}$ Werte besitzt, was für einen Baum zutreffen kann,

aber im Durchschnitte bei solchen Bäume, deren Durchmesser gleich D_2 ist, ist das, wie von den Höhenwerte hervorgeht, nicht der Fall.

suchten und gefällten Probestämme einen viel größeren Unterschied zeigen als diese Differenz. Außerdem variiert bei der Robinie auch die Formzahl so stark, daß das Volumen eines Stammes mit einer von der H_g bedeutend abweichenden Höhe dem Volumenstamm viel näher stehen kann, als das Volumen eines Stammes mit der Höhe von H_g . Man kann behaupten, daß die Differenz $H_g - H_D$ praktisch keine Bedeutung hat.

Es ist noch ein anderer wichtiger Unterschied zwischen diesen drei Mittelhöhenwerte vorhanden. Nämlich das Maß, in dem sie von der Durchforstung beeinflußt werden. Wenn man hier auch die H_N -Werte in Betracht zieht, so kann man die folgende Reihe aufstellen: 1. H_N wurde durch die Durchforstung mit 0'3—4'5, durchschnittlich mit 1'5 m, 2. H_D mit 0'0—3'9, durchschnittlich 0'8 m, 3. H_g mit ein-zwei Zehntel weniger als H_D erhöht, wogegen H_0 unverändert blieb. Das begründet zugleich zahlenmäßig, warum H_0 das geeigneteste Maß der Standortsgüte ist.

7. Der Durchmesser.

In der Tab. Nr. 13 sind die Durchmesser des Kreisflächenmittelstammes (D_2) des Bestandes wie auch die der einzelnen Etagen angegeben. In der Tab. Nr. 14 sind die Charakteristiken der Durchmesser-Stammverteilungsreihen der Probebestände angegeben. D_1 , die mit der Stammzahl gewogene arithmetische Mitteldurchmesser, σ , die Streuung, S die Schiefe, E der Exzeß und auch derer Mittelfehler.

Die Abb. Nr. 11a—11e. zeigen die ausgeglichenen D_2 -Werte des Bestandes und der Etagen. Das gegenseitige Verhältnis der ausgeglichenen D_2 -Werte der einzelnen Etagen und des Bestandes ist durch diese graphischen Abbildungen in genügendem Maße charakterisiert, so, daß sich weitere Erörterungen erübrigen.

Von den Charakteristiken der Stammzahlverteilung sind die D_1 -, σ - und V -Werte in den Abb. Nr. 12—14 dargestellt. Die durch die Punkte gezogenen senkrechten Linien bezeichnen den dreifachen Mittelfehler. Die graphische Ausgleichung der D_1 - und D_2 -Werte wurde durch die Formel $D_2 = D_1^2 + \sigma^2$ kontrolliert. Die Kurven der D_1 -Werte zeigen denselben Verlauf, wie die der D_2 -Werte, nur liegen sie mit 0'1—0'4 cm niedriger.

Die ausgeglichenen Streuungswerte sind in der Tab. Nr. 15. Wie aus der graphischen Darstellung und auch aus den Zahlenwerten ersichtlich ist, wächst die Streuung mit dem Alter und nimmt mit sinkender Standortsgüte ab. Das Ausbreitungsvermögen des Durchmessers ist also auf den schlechteren Standorten kleiner, als auf den besseren. Bei demselben Durchmesser verhält es sich aber umgekehrt und je schlechter der Standort, desto größer die Streuung.

D_1	I.	II.	III.	IV.	V—VI. Stkl
5 cm	1'35	1'38	1'40	1'46	1'71 cm
8 „	1'90	1'95	1'97	2'00	2'35 „
15 „	2'93	3'00	3'05	3'15	— „
18 „	3'64	3'72	3'80	—	— „

Dieses Verhalten wurde auch durch eine diesbezügliche, unmittelbare Untersuchung der Streuungen der Probebestände bestätigt.

Die Zunahme der Streuung mit dem Alter wird durch das ungleiche Wachstum der Bäume des Bestandes verursacht, wodurch die Bäume nicht nur in höheren Stärkestufen aufrücken, sondern sich auch in immer mehr Stärkestufen bei abnehmender Stammzahl verteilen.

Der Variationskoeffizient sinkt mit steigendem Alter, die Zunahme des Mitteldurchmessers ist also relativ größer als die der Streuung.

Zwischen den zwei höheren Charakteristiken — Asymmetrie und Exzeß — und dem Alter, bzw. Standort konnte kein eindeutiger Zusammenhang festgestellt werden. Das beruht wahrscheinlich entweder darauf, daß das Material nicht genügend homogen war, oder es ist bei den durchforsteten Beständen überhaupt nicht diese schöne Regelmäßigkeit vorhanden, die *Lönnroth* bei den durch ihn untersuchten naturnormalen Beständen festgestellt hat.¹⁾

Die Asimmetrie und Exzeßwerte als Funktion des Alters in einem Koordinatensystem dargestellt, waren so stark zerstreut und die Daten der einzelnen Standorte mischten sich so stark, daß eine graphische Ausgleichung nicht möglich war. Deswegen habe ich die eventuell doch vorhandenen Zusammenhänge mittelst der Korrelationsrechnung festzustellen versucht.

Die durchschnittlichen Asimmetriekoeffizienten der einzelnen Standorte waren folgende:

$$\begin{aligned}
 \text{I. } S &= -0'196 \pm 0'015 \\
 \text{II. } S &= -0'232 \pm 0'018 \\
 \text{III. } S &= -0'241 \pm 0'014 \\
 \text{IV. } S &= -0'240 \pm 0'017 \\
 \text{V—VI. } S &= -0'218 \pm 0'026
 \end{aligned}$$

Ein größerer Unterschied besteht nur zwischen der ersten und den übrigen Standortsklassen. Obwohl die Differenzen zwischen den einzelnen Standortsklassen unter dem dreifachen Mittelfehler bleiben, streng genommen also nicht charakteristisch sind, kann man — abgesehen von der V—VI. Klasse, die ja nicht gleichwertig mit den anderen ist — doch eine steigende

¹⁾ *Lönnroth* ibidem.

Richtung mit fallender Standortsgüte annehmen. Der Korrelationskoeffizient war

$$r_{s-Stkl} = -0.274 \pm 0.105.$$

Da die schlechteren Standorte bei der Berechnung des Koeffizienten ein negatives Vorzeichen hatten, bedeutet das negative Vorzeichen des Koeffizienten, daß mit abnehmender Standortsgüte die Asymmetrie im allgemeinen größer wird. Der Korrelationskoeffizient ist zwar sehr niedrig, also nicht sehr überzeugend, aber es scheint doch wahrscheinlich zu sein, daß schlechtere Standorte größere Asymmetrie besitzen als die besseren.

Die Korrelationskoeffizienten zwischen Alter und Asymmetrie waren folgende:

- I. $r_{s-A} = -0.058 \pm 0.223$
- II. $r_{s-A} = +0.075 \pm 0.283$
- III. $r_{s-A} = -0.037 \pm 0.204$
- IV. $r_{s-A} = +0.262 \pm 0.240$

Demnach variiert die Asymmetrie vom Alter unabhängig. Lönnroth hat einen positiven Zusammenhang zwischen den Oberschichtfrequenzen und der Asymmetrie festgestellt. Daraus folgt, daß die Änderung der Asymmetrie mit dem Alter, wenn solche überhaupt vorhanden ist, im großen und ganzen der Änderung der relativen Stammzahl der ersten Etage ähnlich ist. Die betreffende Koeffizienten waren folgende:

- I. $r_{s-P_1} = +0.229 \pm 0.218$
- II. $r_{s-P_1} = +0.443 \pm 0.201$
- III. $r_{s-P_1} = +0.305 \pm 0.181$
- IV. $r_{s-P_1} = +0.128 \pm 0.271$

also durchwegs positiv. Die Oberfrequenzen der durchforsteten Bestände steigen zwar mit dem Alter, da aber dieses Steigen nur ganz gering ist und auch die r_{s-P_1} -Werte nicht ganz überzeugend sind, so kann man annehmen, daß der Asymmetriekoeffizient innerhalb ein und desselben Standorts sich am besten durch eine Durchschnittszahl charakterisieren läßt.

Der Exzeß hat folgende durchschnittliche Werte in den verschiedenen Standortsklassen gehabt:

- I. $E = -0.000 \pm 0.007$
- II. $E = +0.005 \pm 0.009$
- III. $E = +0.014 \pm 0.006$
- IV. $E = +0.021 \pm 0.008$
- V—VI. $E = -0.006 \pm 0.013$ und
- $r_{E-Stkl} = -0.125 \pm 0.112.$

Hier ist eben dasselbe zu sagen, wie bei der Asymmetrie. Die Zahlen sind nicht ganz eindeutig und überzeugend, aber es dürfte die Annahme doch am wahrscheinlichsten sein, daß der Exzeß mit dem Schlechterwerden der Bonität in positiver Richtung wächst. Zwischen Alter und Exzeß war kein Zusammenhang festzustellen. Es besteht aber eine starke negative Korrelation zwischen Asymmetrie und Exzeß. Die betreffenden Korrelationskoeffizienten waren folgende:

- I. $r_{S-E} = -0.700 \pm 0.114$
- II. $r_{S-E} = -0.854 \pm 0.069$
- III. $r_{S-E} = -0.726 \pm 0.097$
- IV. $r_{S-E} = -0.798 \pm 0.094$
- V—VI. $r_{S-E} = -0.564 \pm 0.234$

Und zwischen den durchschnittlichen Werten der einzelnen Standorte

$$r_{S-E} = -0.409 \pm 0.152$$

Wenn also der Asymmetriekoeffizient mit der Abnahme der Bonität in negativer Richtung wächst, so muß sich der Exzeß in positiver Richtung vergrößern und wenn der Asymmetriekoeffizient als konstant betrachtet wird, so kann auch der Exzeß als konstant betrachtet werden.

In der Abb. Nr. 15 sind die Stammverteilungsreihen einiger Bestände dargestellt vor (a) und nach (b) der Durchforstung. Alle zeigen einen zusammengesetzten Verlauf. Schon die unausgeglichenen Verteilungsreihen bestätigten, daß die Robinienbestände durchwegs eine zusammengesetzte Verteilung haben und daß dies in erster Linie durch die biologische Zweiteilung des Bestandes verursacht wird.

In der Tabelle 16 sind die totalen Höhen- und Stärkeverteilungen der Bestände Nr. 86 und 88 vor und nach der Durchforstung angegeben (die fett gedruckten Zahlen nach der Durchforstung). Es ist ersichtlich, daß die zwei Verteilungen sich gewissermaßen verschieden verhalten. Die Streuung der Höhen innerhalb der einzelnen Stärkestufen zeigt — abgesehen von dem kurz andauernden, anfänglichen Steigen — eine fallende Tendenz nach den höheren Stärkestufen hin (s. Abb. Nr. 17), während die Streuung der Durchmesser der einzelnen Höhenstufen zunimmt. Die Höhenverteilung hat eine auffallend ausgeprägte obere Grenze, an deren Bildung ungefähr die Hälfte der Stärkestufen Teil nimmt, demgegenüber sind die stärksten Stufen der Durchmesserverteilung nur mit 1—2 Höhenstufen vertreten. Dieses Verhalten zeigt das Aufwärtstreben der Bäume in die lebenserhaltende Schicht, wodurch sich auch die positive Asymmetrie der Höhenverteilung erklären läßt.

Abb. Nr. 18 zeigt den Einfluß der Durchforstung auf die Höhenkurve.

8. Die Kreisfläche.

Die auf 1 ha umgerechneten Kreisflächensummen der Probebestände enthält Tab. Nr. 17. Die Richtigkeit der durch graphische Ausgleichung gewonnenen Kreisflächenkurven (s. Abb. Nr. 19) wurde mittelst der Formel $G = N \cdot g_{\text{med}}$ auf Grund der schon ausgeglichenen D_2 - und N -Werte kontrolliert und wo es nötig war, korrigiert. Die Angaben in der Tab. Nr. 18 zeigen wie stark sich der Kreisflächenzuwachs mit dem Alter vermindert. Der Zuwachs der einzelnen 5 Jahresperioden ist in Prozents des maximalen Zuwachses des betreffenden Standortes angegeben.

In Abb. Nr. 20—21 ist der Verlauf der relativen Kreisflächensummen der einzelnen Etagen vor (20) und nach (21) der Durchforstung dargestellt. Der Verlauf dieser Kurven entspricht denen der relativen Stammzahl mit dem Unterschied, daß hier das Schwergewicht sich noch mehr auf die erste Etage verschoben hat, was erklärlich ist, wenn man bedenkt, daß man die relativen Kreisflächen von den relativen Stammzahlen erhält, wenn man letztere mit $\frac{D_i^2}{D^2}$ multipliziert, wobei D_i der Mitteldurchmesser der Etage und D der des Bestandes ist.

Abb. Nr. 22 zeigt die relativen Kreisflächenkurven derselben Etage in den verschiedenen Standorten. Auch diese zeigen einen der relativen Stammzahl ähnlichen Verlauf.

9. Die Formzahl und Masse.

Die Formzahlen befinden sich in der Tab. Nr. 20. Sie wurden mittelst der Formel $f = \frac{v}{gh}$ aus den Aufnahmeergebnissen unmittelbar berechnet.

Die Gesamtholzformzahl entspricht nicht der Allgemeinüblichen, da in der Gesamtholzmasse außer Derbholz und Reisig auch das Stock- und Wurzelholz inbegriffen ist.

Die ausgeglichenen Formzahlkurven der einzelnen Standortsklassen sind in Abb. Nr. 23 dargestellt, die ausgeglichenen Zahlenwerte in der Tab. 21. Die Gesamtholzformzahl nimmt mit dem Sinken der Bonität zu und mit dem Alter ab. Die Derbholzformzahl ist bei den schlechteren Standorten niedriger als bei den besseren, die Differenzen nehmen aber mit dem Alter ab und um das 30. Jahr herum sind die Derbholzformzahlen der einzelnen Standortsklassen ungefähr gleich und über dieses Alter hinaus übersteigen die Derbholzformzahlen der schlechteren Standorte die der besseren.

Die Derb- und Gesamtholzformzahlen der einzelnen Etagen in den verschiedenen Bonitäten sind in den Abb. Nr. 24—28 dargestellt. Es ist plausibel, daß je niedriger die Etage, desto kleiner ihre Derbholzformzahl.

Die Differenzen nehmen aber auch hier mit dem Alter ab, sodaß die Kurven einen konvergenten Verlauf zeigen. Die ausgeglichenen Zahlenwerte sind in der Tab. Nr. 22 zu finden. Das gegenseitige Verhalten der Derbholzformzahlen der einzelnen Etagen innerhalb einer Standortsklasse ist im großen Maße dem Verlauf jener der Bestände in verschiedenen Standortsklassen ähnlich.

Die Gesamtholzformzahlen der einzelnen Etagen zeigen einen von dem des ganzen Bestandes ganz abweichenden Verlauf. Die Gesamtholzformzahlen der Etagen schneiden sich zweimal innerhalb der untersuchten Zeitperiode. Zwischen diesen zwei Schnittpunkten ist die Reihenfolge der Etagenwerte nach fallender Größe die folgende: 1., 2., 3. und 4., und außerhalb der Schnittpunkte: 4., 3., 2. und 1. Etage, also gerade umgekehrt.

Es ist auch eine andere Gesetzmäßigkeit in dem Verlauf dieser Kurven zu finden. Nämlich je schlechter der Standort, umso mehr von den Kurven der einzelnen Etagen zeigen so einen Verlauf, der ein Minimum hat. In der I. Standortsklasse hat nur die 4. Etage ein Minimum, bei den IV. und V—VI. schon alle mit Ausnahme der ersten Etage. Was dieses Verhalten verursacht, konnte nicht ganz festgestellt werden. Nur das konnte ich nachweisen, daß den zweiten Schnittpunkt der Kurven das in Betracht ziehen des Stock- und Wurzelholzes verursacht. Rechnet man die Gesamtholzformzahlen ohne Stock- und Wurzelholz, dann konvergieren zwar die Kurven der einzelnen Etagen, aber sie steigen nicht übereinander, sondern so ungefähr in dem 35. Jahr laufen sie auf die gleiche Höhe hinaus. Daraus folgt, daß durch das in Betracht ziehen des Stock- und Wurzelholzes die Gesamtformzahlen der niedrigeren Etagen stärker erhöht werden als die der höheren Etagen.

In der Tab. Nr. 23 sind die Gesamtholz- und Derbholzmassen der Probebestände und auch der relative Anteil der einzelnen Etagen angegeben. Die auf Grund dieser Daten abgeleiteten Derbholz- und Gesamtholzkurven der einzelnen Standortsklassen sind in der Abb. Nr. 29—30 veranschaulicht. Zu diesen ist nichts hinzuzufügen.

Der relative Anteil der einzelnen Etagen ist in den Abb. Nr. 31—33 graphisch angegeben.

Auf Grund der 86. und 88. Probebestände wurde untersucht, inwieweit der Kreisflächenmittelstamm dem Volumenmittelstamm und auch den anderen Bestandes-Mittelwertkarakteristiken entspricht. Die Bestandesmittelwerte wurden mit folgenden Formeln berechnet:

$$d_{\text{med}} = \sqrt{\frac{4 g_{\text{med}}}{\pi}}, h = \frac{\Sigma gh}{\Sigma g}, f = \frac{\Sigma v}{\Sigma i}, \text{ und } v = \frac{V}{N}$$

Diese Werte waren für den Bestand Nr. 86:

$d = 16'00$ cm; $h = 15'86$ m; $g = 0'02012$ m²; $f = 0'445$ und $v = 0'142$ m³;
für den Bestand Nr. 88:

$d = 17'55$ cm; $h = 18'00$ m; $g = 0'02422$ m²; $f = 0'450$ und $v = 0'196$ m³.

Da in der Praxis mit einem Klassenintervall von 1 cm zu rechnen ist, habe ich in der Tab. Nr. 27 für beide Bestände die bezüglichlichen Angaben aller Stämme zusammengestellt, derer Durchmesser zwischen den berechneten Mittelwert und $\pm 0'5$ cm lag.

Das erste, was man feststellen kann ist, daß in keinem von den beiden Beständen ein Stamm zu finden ist, welcher alle Mittelwertcharakteristiken besitzen möchte.¹⁾ Bei der Holzmassenermittlung mittelst Bestandesmittelstamm ist es am wichtigsten, daß der ausgewählte Stamm bereffs der Masse den Mittelwert besitzen soll. Wenn wir von diesem Gesichtspunkte die Stämme untersuchen, mit der Erleichterung, daß $\pm 5\%$ Abweichung in der Masse geduldet wird, dann finden wir, daß in der Praxis die obenerwähnte $\pm 0'5$ cm Abweichung in dem Bruthöhendurchmesser von dem Berechneten berechtigt ist, da zwischen diese Grenzen sowohl über, wie auch unter dem berechneten Mitteldurchmesser solche Stämme zu finden sind, derer Volumen nicht mehr als $\pm 5\%$ von dem berechneten Mittelvolumen abweicht und mit einem Fehler, der $\pm 5\%$ nicht überschreitet, kann man in der Praxis zufrieden sein. Dieses $\pm 0'5$ cm Intervall, was geduldet werden kann, erleichtert im großen Maße das Aufsuchen der Bestandesmittelstämme.

Wenn man in dem gegebenen Intervall nur einen Probestamm herausnimmt, unbeachtet seiner Höhe, so kann man bei dem Bestande Nr. 86 einen maximalen Fehler von $+21'5$, bzw. $-31'0\%$ begehen und bei dem anderen Bestand $+17'8$, bzw. $-22'0\%$. Diese Grenzen dürfen wohl nur als theoretisch betrachtet werden, da man bei dem Aufsuchen des Mittelstammes jene von dem Mittel innerhalb der gestellten Grenzen extrem abweichenden Stämme gewiß außer acht lassen kann. Wenn man auch diese ausscheidet, kann der maximale Fehler noch immer über 15% steigen.

Wenn man auch die Höhe bei dem Aufsuchen des Mittelstammes in Betracht zieht und auch diesbezüglich eine nicht größere als $\pm 0'5$ m große Abweichung von dem berechneten Mittelwerte geduldet wird, so sind die maximalen Fehler, die begangen werden können, beim Bestand 86 $+7'7$, bzw. $-13'3\%$ und beim Bestand 88 $+10'7$, bzw. $-7'4\%$.

Es ist daraus klar, daß man sich mit nur einem Probestamm nicht begnügen kann. Es müssen mehrere gefällt werden. Die Frage für die Praxis

¹⁾ Das bedeutet aber nicht, daß die angegebenen Mittelwertcharakteristiken biologisch nicht möglich sind, sondern nur das, daß wegen niedrigen Stammzahl kein entsprechender Stamm zu finden ist.

ist: wie viel. Es ist nicht möglich auf Grund zwei Bestände darauf zu antworten, aber einen gewissen Aufschluß in dieser Frage können wir uns doch holen.

Wenn man z. B. bei dem Bestand Nr. 86 die drei von dem Mittel am meisten abweichenden Stämme außer acht laßt — was man, wie schon vorgeführt wurde, machen kann — dann ist der begangene Mittelfehler bei der Fällung von 5 Probestämme $\pm 3.1\%$, bei 4 Probestämme $\pm 4.3\%$ und bei 3 Probestämme $\pm 5.4\%$.

Bei solchen durchforsteten Robinienbeständen dürften wohl in den meisten Fällen 3—4 Probestämme für die Praxis genügen. Diese Annahme muß aber noch durch Untersuchung mehrerer Bestände bekräftigt werden.

ERDÉSZETI KISÉRLETEK.

A M. KIR. FÖLDMÍVELÉSÜGYI MINISZTER FENHATÓSÁGA ALATT ÁLLÓ
M KIR. ERDÉSZETI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA.

XXXIX. ÉVFOLYAM 1937.

SOPRON

3—4. SZÁM.

Keimphysiologische Untersuchungen mit Verwendung künstlicher Lichtquellen.

Von *Arnold Gerlai.*

Einleitung.

Dem Verfasser war die Aufgabe gestellt, den Einfluß verschiedener Keimbedingungen, besonders die Wirkung starker Lichtquellen auf die Keimung des Kiefern- und Fichtensamens zu verfolgen. Dies mußte jedoch mit Rücksicht auf die innigen Wechselbeziehungen zwischen Licht und Wärmestrahlung auf verschiedenen Temperaturstufen untersucht werden, da auf Grund anderer Arbeiten schon von der Voraussetzung ausgegangen wurde, daß bei Optimaltemperaturen — wenn überhaupt — so nur geringe Unterschiede im Keimverlauf auftreten würden. Bei diesen Versuchen mußte auch untersucht werden, ob die Keimung verschiedener Herkünfte unterschiedliche Eigenschaften der Klimarassen klar erkennen und vielleicht für Zwecke der Rassendiagnose auswerten läßt.

Um die Wirkung stärkeren Lichtes auf verschiedenen Wärmestufen studieren zu können, wurden normalgekeimte Parallelversuche angesetzt, die nur die Temperatureinflüsse registrierten. Der Einfluß stärkerer Lichtgaben konnte relativ mit Dunkelversuchen, oder normalgekeimten (im diffusen Tageslicht) in Beziehung gebracht werden. Dieser Teil der Arbeit gestattet einen Vergleich mit den ähnlichen Ergebnissen von *Kienitz* und *Tsi*, die eingehend besprochen werden sollen.

Die Versuche wurden in der Staatlichen Waldsamenprüfungsanstalt in Eberswalde unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Werner *Schmidt* ausgeführt und durch ein Stipendium des Mitteleuropäischen Wirtschaftstages ermöglicht, das Verfasser nach mehrjähriger Tätigkeit im praktischen Forstdienst und an der kön. ung. forstlichen Forschungsanstalt in Sopron zur weiteren wissenschaftlichen Ausbildung erhielt.

Verfasser betrachtet es als seine vornehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. *Schmidt* für die großzügige Ermöglichung und Förderung der kostspieligen Untersuchungen, dem Mitteleuropäischen Wirtschaftstag für die Verleihung des Stipendiums auch an dieser Stelle ergebenst zu danken.

Anmerkung: Vorliegende Abhandlung wurde vom Senat der Forstlichen Hochschule Eberswalde als Dissertation genehmigt.

Großen Dank schuldet der Verfasser

Herrn Prof. Dr. A. *Dengler* für den zur Verfügung gestellten Versuchsraum;

Herrn Prof. Dr. J. *Schubert* für die meteorologischen Angaben und wertvollen Ratschläge;

Herrn Prof. Dr. W. *Wittich* für die liebenswürdige Bereitstellung der elektrischen Präzisionswaage;

seinem Chef und Leiter der kön. ung. forstlichen Forschungsanstalt, Herrn Prof. Gy. *Roth* und Herrn Prof. Dr. D. *Fehér* für die gewährte wertvolle Unterstützung;

Frau H. *Bath* für die treue und verlässliche Mitarbeit;

Frl. I. *Tschinkel* und den Angehörigen der Waldsamenprüfungsanstalt für ihr stets hilfsbereites kameradschaftliches Entgegenkommen;

endlich allen Herren, die teils durch Zusendung ortsechten Saatgutes, teils auf andere Weise die Arbeit unterstützten.

Herkunft und Beschaffung der Versuchssamen.

Es wurden zusammen 9 Kiefern- und 11 Fichtenherkünfte aus Mittel- und Westeuropa, sowie Südsandinavien untersucht. Da für ein weiteres Gebiet frisch geerntetes Saatgut in kurzer Zeit nicht beschafft werden konnte, war die Durchführung eines großen Versuches mit Rücksicht auf den Samenzustand nicht möglich. Um die Samen möglichst im Winterzustande untersuchen zu können, konnte die Versuchsdauer nicht allzu sehr ausgedehnt werden.

Tab. 1 enthält alle wichtigeren Angaben der Kiefern-, Tab. 2 jene der Fichtenherkünfte.

Die deutschen Kiefern — mit Ausnahme von Garmisch — wurden unter persönlicher Aufsicht von Forstverwalter *Jenss* im Dezember 1936 geerntet. Hier bot dieser Umstand einen großen Grad von Sicherheit. Die Kiefer und Fichte aus Garmisch, sowie die Fichte Reichenhall wurde im frisch geernteten Zustand in Zapfen von Herrn Geheimrat Prof. Dr. *Fabrics* gütig zur Verfügung gestellt.

Die übrigen Herkünfte beider Arten wurden von den forstlichen Versuchsanstalten für einen internationalen Provenienzversuch der Waldsamenprüfungsanstalt zugeschickt. Der einwandfreie Zustand des Materials wurde daher vorausgesetzt. Trotzdem bargen manche dieser Samen eine Menge von Enttäuschungen für den Versuchsansteller in sich, konnten zum größten Teil noch im Laufe der Vorversuche ausgeschieden werden. Die schottische Kiefer wurde zu den Vorversuchen wegen Platzmangels nicht herangezogen, als ozeanische Herkunft trotzdem zum Hauptversuch genommen. Dies rächte sich in der Weise, daß dieser frischgeerntete Samen bei allen Versuchsbedingungen schlecht keimte und im Keimbett schon in

Tab. 1.
Klimatische Verhältnisse der Heimatsorte der Kiefer

Heimatsort	Geographische		Höhe ü. d. Meer	Temperatur										Jahresniederschlag cm
	Breite	Länge		mittlere				extreme						
				April	Vegetations- periode (IV—VIII)	Jahr	Wärmster Monat	Kältester Monat	Schwankung	Maximum	Minimum	Schwankung		
Tynset (Ost-Norwegen)	62° 15' N	10° 45' E	550	—0·2	9·5	—0·2	12·2	—12·4	24·6	29·8	—46·6	76·4	34·9	
Solar (Norwegen)	60° 30' N	12° 15' E	182·3	2·2	12·2	2·9	14·6	—8·6	23·2	30·0	—40·0	70·0	60	
Rudczanny (Ostprienßen)	53° 40' N	21° 30' E	119	6·1	15·0	6·1	17·2	—5·4	22·6	34·1	—27·8	61·9	63	
Chorin (Kurmark)	52° 50' N	13° 50' E	40	7·6	15·8	8·3	17·8	—1·1	18·9	34·5	—15·9	50·4	55	
Landstuhl (Rheinpfalz)	49° 25' N	7° 30' E	246	8·1	15·7	8·6	17·6	—0·4	18·0	32·4	—16·2	48·6	68	
Forbach (Schwarzwald)	48° 40' N	8° 20' E	930	4·7	12·4	5·7	14·2	—2·3	16·5	—	—	—	167	
Lenti (Ungarn)	46° 45' N	16° 35' E	180	10·1	18·2	10·0	20·2	—0·6	20·8	36·0	—29·0	65·0	81	
Garmisch (Oberbavern)	47° 28' N	11° 5' E	900	5·4	12·7	5·5	14·5	—4·4	18·9	—	—	—	110	

Tab. 2.
Klimatische Verhältnisse der Heimatsorte der Fichte

Tyldalen (Norwegen)	62° 5' N	10° 50' E	550	—0·2	9·5	—0·2	12·2	—12·4	24·6	29·8	—46·6	76·4	34·9
Hamar (Norwegen)	60° 30' N	12° 15' E	182	2·2	12·2	2·9	14·6	—8·6	23·2	30·0	—40·0	70·0	60
Drammen (Norwegen)	59° 50' N	9° 55' E	100	2·6	13·2	3·8	16·0	—6·8	22·8	33·0	—30·0	63·0	66
Johannisburger Heide (Ostprien)	53° 35' N	21° 50' E	119	6·1	15·0	6·1	17·2	—5·4	22·6	34·1	—27·8	61·9	63
Pforten (N.-Lausitz)	51° 45' N	14° 50' E	70	8·0	16·8	8·8	18·6	—1·0	19·6	—	—	—	59
Forbach (Schwarzwald)	48° 40' N	8° 20' E	930	4·7	12·4	5·7	14·2	—2·3	16·5	—	—	—	167
Reichenhall (Oberbayern)	47° 43' N	12° 50' E	900	5·5	13·2	5·6	15·2	—4·8	20·0	—	—	—	139
Winterthur (Schweiz)	47° 30' N	8° 45' E	500	8·8	16·3	8·5	18·4	—1·4	19·8	30·0	—14·0	44·0	115
Engadin (Schweiz)	46° 40' N	10° — E	1700	1·6	9·4	2·0	11·4	—8·1	19·5	25·3	—23·3	48·6	90
Pokljuka (Triglav-Gebiet, Jugoslawien)	46° 20' N	14° — E	1200	5·1	13·5	6·1	15·6	—3·2	18·8	29·7	—24·8	54·5	250
Garmisch (Oberbayern)	47° 28' N	11° 5' E	800	5·9	13·2	6·0	15·0	—3·9	18·9	—	—	—	110

den ersten Tagen verdarb. Natürlich konnten die Keimergebnisse nicht ausgewertet werden. — Eine ähnliche Enttäuschung bereitete die Fichte aus Winterthur (Kanton Zürich) mit ihrem hohen Hohlkornprozent (bis 33%).

Auf diese und ähnliche Schwierigkeiten muß darum hingewiesen werden, um ein Bild über die beinahe unüberwindlichen Hindernisse der Samenbeschaffung zu geben. Gerade diese Fragen der Saatgutbeschaffung lassen berechtigte Zweifel über die Durchführbarkeit solcher Versuche — insbesondere, wenn sie womöglich das ganze Verbreitungsgebiet einer Holzart erfassen sollen — zu. Die Samen haben von der Ernte bis zur Aussaat einen richtigen Leidensweg mitzumachen, und von diesem Vorleben hängt der Erfolg vergleichender Keimversuche ab.

Schon *Kienitz*¹⁾ hat auf diese Schwierigkeiten hingewiesen und den einzig richtigen Weg der Saatgutbeschaffung eingeschlagen, indem er sich die Nadelholzsaamen in Zapfen liefern ließ. Selbst die Erntezeit wurde richtig erfaßt, wenn die Zapfen vom November bis Ende Januar ankamen,²⁾ da der Einfluß des Frostes zum Teil ausgeschaltet wurde. Eine Märzernte, wie sie *Tsi* vorschlug,³⁾ ist als verfehlt zu betrachten, weil starker Winterfrost Unterschiede des Herkunftsgebietes zu verwischen vermag.⁴⁾ Der Einfluß des Reifeklimas, der verschiedene Samenzustand und die erblichen Eigenschaften des Saatgutes bilden ein komplexes Gefüge, aus dem die Erbanlagen selbst schwer herauszuschälen sind. Die widersprechenden Ergebnisse der *Kienitz*'schen Versuche sind nach Ansicht des Verfassers zum Teil in der Frostwirkung zu suchen. *Kienitz* hat die Samen dadurch, daß er 20 Keimplatten übereinander schichtete, praktisch alle im Dunkeln keimen lassen. Nun keimen Kiefern Samen, die der Frostwirkung ausgesetzt waren, bei Lichtabschluß besser, als die unbehandelten. Prof. *Schmidt* hat die Abschwächung der Dunkelschädigung durch Frostbehandlung an Einzelstammernten nachgewiesen.⁵⁾ Verfassers konnte im Laufe der zahlreichen Vorversuche auch mit Bestandesproben dies Ergebnis bestätigen. Die mit Frost vorbehandelten Kiefernherkünfte keimten im Dunkel ohne Ausnahme besser, als die unbehandelten.

Da *Kienitz* seine Zapfen zum Großteil im Spätherbst, bzw. Vorwinter erhielt, werden die Herkünfte aus Tieflagen wahrscheinlich keinen nennenswerten, jene aus Hochlagen jedoch schon starken Frost erlitten haben. Daher das bessere Keimergebnis der Gebirgsherkünfte! (S. *Kienitz*, Tafel 4.) Bei der Fichte konnte eine ähnliche Wirkung des Frostes nicht nachge-

¹⁾ *Kienitz*: Vergleichende Keimversuche mit Waldbaumsamen aus klimatisch verschiedenen gelegenen Orten Mitteleuropas, 1879. — S. 3.

²⁾ L. c. S. 12.

³⁾ *Tsi*: Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholzsaamen verschiedener Standortsrassen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede, 1933. — S. 11.

⁴⁾ *Schmidt*: Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut, 1930. — S. 178.

⁵⁾ L. c. S. 176, 177.

wiesen werden. Die Samen keimten mit und ohne Frostbehandlung im Dunkel gleich gut.

Kienitz hat außer der richtigen Saatgutbeschaffung noch das große Verdienst, auf Probleme der Rassenforschung am Saatgut überhaupt und auf den Einfluß des Samenzustandes hingewiesen zu haben,⁶⁾ besonders was den Keimverlauf verschiedener Holzarten anbelangt. Er sagt: „Unsicher werden derartige Vergleichen verschiedener Arten immer bleiben, da man kein Mittel hat, festzustellen, ob zwei verschiedene Samen wirklich in einem für die Keimung gleich vorbereiteten Zustand sich befinden.“ Diese Feststellung bezieht sich jedoch voll und ganz auch auf die einzelnen Herkunftse derselben Holzart. Wenn die Kiefern- und Fichtensamen von der Zapfenernte bis zur Aussaat nicht die vollkommen gleiche Behandlung mitmachen, sind Fehlschläge jeder Art zu gewärtigen. Erfolgt z. B. die Zapfenernte bei niederschlagsreicher Witterung, sind Schädigungen im Darrprozeß unvermeidlich, wenn die Zapfen nicht vorsichtig getrocknet wurden. Es wird jedoch sehr schwer sein, die Zapfen aller Herkunftse möglichst zu gleicher Zeit, nach demselben Vorgehen zu ernten. Abgesehen von der Einwirkung des Reifeklimas, beginnt hier die Beeinflussung des Samenzustandes durch Menschenhand, die dann durch Verschiedenheiten der Zapfenlagerung, durch die Darrung, Entflügelung, Lagerung und evtl. Versand des Samens eine Fülle von Fehlerquellen ergeben kann. Die Grundlage vergleichender Keimversuche muß selbst bei größter Sorgfalt der Saatgutbeschaffung als unsicher angesprochen werden, da sich Samen mit verschiedenen Zustandseigenschaften überhaupt nicht vergleichen lassen.

Erstrecken sich vergleichende Keimversuche über einen längeren Zeitraum, tritt das Problem der Samenaufbewahrung hinzu. Die Feststellung, daß die Keimkraft von Kiefern- und Fichtensamen bei kühler, dunkler Aufbewahrung in Glasflaschen mehrere Jahre hindurch ohne nennenswerte Einbuße möglich ist,⁷⁾ ist an und für sich richtig, wenn man die Ansprüche des praktischen Waldbaues in Betracht zieht. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen ist jedoch die Verwendung verschieden gealterten Saatgutes wenig zu empfehlen. Obwohl die Keimkraft erhalten bleibt, kann sich die Keimschnelligkeit oft schon früh und in großem Maße ändern; sie ist außerdem einer Periodizität unterworfen, die stets im Frühjahr eine Kulmination zeigt.⁸⁾ Prof. *Schmidt* erwähnt in seinem mehrfach

⁶⁾ *Kienitz*: Vergleichende Keimversuche mit Waldbaumsamen aus klimatisch verschiedenen gelegenen Orten Mitteleuropas, 1879. — S. 17—18, 39.

⁷⁾ *Cieslar*: Versuche über Aufbewahrung von Nadelholzsaamen unter luftdichtem Verschuß. (Zeitschr. f. d. g. Forstwesen, 1897. S. 162.)

Haack: Über die Keimung und Bewertung des Kiefernsaamens nach Keimproben. (Zeitschr. f. F. u. Jagdw., 1909. S. 353; Mitt. d. D. F.-V. 1909, Nr. 6.)

⁸⁾ *Schmidt*: Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut, 1930. — S. 118—119.

zitierten Buche:⁹⁾ „Die Praxis wird behufs Erzielung höchster Keimschnelligkeiten zweckmäßig im Frühjahr die Samen prüfen lassen.“ *Kienitz* hat seine Versuche auch darum im April angesetzt, weil er annahm, daß im Frühjahr die Samen eher zum Keimen vorbereitet sind, als im Winter.¹⁰⁾ Man muß bei der Bewertung der Keimschnelligkeit sehr vorsichtig sein.

Die Alterung der Samen erschwert auch die Durchführung vergleichender Keimprüfungen bei verschieden altem Saatgut. Sie findet ihren Ausdruck oft in erhöhter Wasserempfindlichkeit, oder periodisch auftretender Keimträgheit und ist als labiler Gleichgewichtszustand des Sameninnern zu werten. Den Samenzustand gilt es also als wichtigstes zu berücksichtigen, wenn es etwaige Klimarasseneinflüsse gelingen soll aufzufinden. Gealterte Samen können bei optimalen Keimbedingungen noch fast voll auskeimen, bei ungünstigen Wasserbedingungen usw. aber schon erheblich niedriger keimen (labiler Zustand). Dies ließ sich auch beim Faktor Licht zeigen. — Es ist gerade durch die Lichtversuche gelungen nachzuweisen, daß bestimmte Belichtung Keimträgheit aufheben kann, also bessere Ergebnisse zeitige, als im sogenannten normalen Versuch.

Es kommt oft vor, daß ein Samen, der vor einiger Zeit einwandfreie Keimergebnisse gab, in einen Zustand der Keimträgheit gelangt, und bei allen Versuchsbedingungen schlecht keimt. So verhielt sich z. B. bei den Vorversuchen der Standardsamen Landstuhl (Ernte 1935/36), der unter verschiedenen Bedingungen angesetzt, stets schlechte Ergebnisse gab. Im Lichtversuch konnte diese Keimungshemmung voll behoben werden. Ferner hat *Haack*¹¹⁾ darauf hingewiesen, „daß guter, keimenergischer und schlechte, rückgängige Samen durch die gleichen Wärmegrade nicht immer in ganz demselben Sinne bei der Keimung beeinflusst werden. Namentlich gilt dies von den höheren, 25° übersteigenden Temperaturen“. Daß der Einfluß des Samenzustandes die erblichen Rasseigenschaften überdecken kann, ist überaus wahrscheinlich, denn es wäre sonst schon in vielen Fällen gelungen, auf dem leichten Wege der vergleichenden Keimprüfung Rasseigenschaften nachzuweisen. Die Kiefer mit ihrer dünnen Samenschale hat sich gegenüber dem Faktor Wasser besonders empfindlich gezeigt, während die Fichte viel härter ist. Rasseigenschaften der Kiefer im Wege der Keimung nachzuweisen, setzt — wenn überhaupt möglich — einen wichtigen Faktor voraus: den vollkommen gleichen Samenzustand aller Herkünfte zur Zeit der Aussaat. Dies zu erreichen ist aber äußerst schwierig, will man größere Herkunftsgebiete erfassen — beinahe unmöglich.

⁹⁾ L. c. S. 121.

¹⁰⁾ *Kienitz*: Vergleichende Keimversuche mit Waldbaumsamen aus klimatisch verschiedenen gelegenen Orten Mitteleuropas, 1879. — S. 17.

¹¹⁾ *Haack*: Über die Keimung und Bewertung des Kiefernnsamens nach Keimproben. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 1906. S. 458.)

Verfasser hält es für wichtig, auf alle Schwierigkeiten im Interesse der exakten wissenschaftlichen Forschung hinzuweisen — ohne für sich selbst den Stempel der Unfehlbarkeit in Anspruch zu nehmen. — Biologische Erscheinungen lassen sich selten so erfassen, wie es dem Versuchsansteller lieb und angenehm ist, besonders, wenn man nur auf die Prüfung einzelner Faktoren eingeht und dann zu verallgemeinern sucht.

Tsi wies treffend auf die Variabilität der Einzelindividuen als Störungsmoment bei vergleichenden Versuchen hin¹²⁾. Es kommen bei diesen nur Samenproben aus Bestandsernten in Betracht. Eine Bestandsernte setzt sich aus möglichst vielen Einzelstammernten zusammen; die Einzelstämme der Kiefer sind durch ihre konstante Samenfarbe gekennzeichnet. Die Bestandsernten der europäischen Kiefernherkünfte enthalten beiläufig 60% dunkle und 40% helle Körner¹³⁾. Wählt man zu der Aussaat nur die dunkel und voll aussehenden Körner aus¹⁴⁾, beschränkt man den Versuch unbeabsichtigt auf Einzelstämme — ist somit der Gefahr ausgesetzt, Zufallswerte zu bekommen. *Kienitz* untersuchte auch in überwiegender Zahl die Samen von Einzelstämmen.

Die Samenfarbe spielt bei Keimprüfungen eine ziemlich Rolle, wie es dem Verfasser im Rahmen der Lichtversuche auch zahlenmäßig nachzuweisen gelang. Dunkle Samen derselben Herkunft keimten ganz anders, als die hellen. So wurde z. B. das unerklärliche Verhalten des Kiefern-samens Chorin 60b bei den Lichtversuchen von seiner pechschwarzen Farbe verursacht. Das Zapfensammeln fand in diesem Falle unter persönlicher Aufsicht von Forstverwalter *Jenss* statt, ergab durch einen Zufall nur schwarze Körner, da die hellen alle hohl waren. Es können also bei der größten Vorsicht Fehler unterlaufen, die dann Rasseeigenschaften vortäuschen.

Versuchsmethoden.

Die Versuche gliedern sich in zwei Teile. Es wurde eine Versuchsreihe im normalen Keimbett (im diffusen Tageslicht, bzw. Deckenlicht als elektrischer Zusatzbeleuchtung) auf drei Temperaturstufen (10°, 25° u. 32°), eine als Lichtversuch (1500 W-Wolfram-Wendellampe) auf denselben Temperaturen und ein Lichtversuch mit der Quarzglas-Quecksilberlampe auf 25° C angesetzt. Auf jede Wärmestufe entfiel somit je ein normaler und

¹²⁾ *Tsi*: Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholzsamen verschiedener Standortsrassen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede, 1933. — S. 11.

¹³⁾ *Schmidt*: Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut, 1930. — S. 20.

¹⁴⁾ *Tsi*: Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholzsamen verschiedener Standortsrassen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede, 1933. — S. 11.

ein belichteter Versuch, eine Ausnahme bildet der Versuch mit der Quarzlampe, der nur bei Optimaltemperatur lief. Von jeder Herkunft wurden drei Proben zu 100 Körnern angesetzt; so betrug die Anzahl der Proben je Herkunft bei der Kiefer 21 (9 Herkünfte à 21 Proben = 18.900 Körner), bei der Fichte 21 (11 Herkünfte à 21 Proben = 33.100 Körner). Zusammen wurden im Hauptversuch 52.000 Körner untersucht. Jeder Versuch dauerte 30 Tage. Die Gesamtdauer des Hauptversuches betrug zwei Monate (13. II.—8. IV. 1937), fiel somit in den Nachwinter. Die Versuche wurden mit Zeiträumen von 4—13 Tagen angesetzt, und mit Ausnahme des Quarzlichtversuches Ende März beendet. Letzterer begann am 9. März und wurde am 8. April abgeschlossen.

Man kann sagen, daß es im Rahmen des Versuches gelang, die frisch geernteten diesjährigen Samen in einem Stadium völlig gleicher Keimbereitschaft zu untersuchen. Unterschiede des Frühjahrs- und Winterstadiums treten in der Hauptsache bei gealterten Samen hervor und man kann sich denken, daß es im Haushalt der Natur vorteilhaft ist, wenn ein Samen, der im ersten Jahr nicht keimte, im darauffolgenden zur biologisch günstigsten Frühjahrszeit keimt. Geschwächte Samen, die irgendwie geschädigt sind, oder etwa aus ihrem Heimatsklima noch nicht die nötige Vollreife mit sich bringen, verhalten sich selbstverständlich ganz unregelmäßig.

Die Proben wurden in dänischen Keimglocken bei einer Saugfadenlänge von 7—8 cm angesetzt. Es wäre vorteilhafter gewesen, je zwei Parallelversuche mit verschiedenen Saugfadenlängen und einen Versuch auf Zellstoffplättchen anzusetzen, wie es im offiziellen Betrieb der Waldsamenprüfungsanstalt üblich ist. Mit diesem Verfahren paßt man sich der Wasserempfindlichkeit der Samen besser an. Mit Rücksicht auf den beschränkten Raum — es wären bei dieser Versuchsanordnung 1560 Proben à 100 Körner nötig gewesen — und auf die geringere Empfindlichkeit frischer Samen, begnügte man sich mit einer Methode. Die dänischen Glocken bewährten sich ausnahmslos gut, wenn ein Fehlschlag erfolgte, war dies auf den schlechten Samenzustand zurückzuführen (Kiefer aus Schottland!). Die Keimung in Petrischalen verläuft oft ungünstig. Prof. Schmidt sagt in seinem Buche¹⁵⁾: „Auch sonst sind in luftdicht verschlossenen Versuchsgefäßen, in die man die Keimapparate stellt, erhebliche andere Schädigungen unvermeidbar. Auszugsstoffe aus dem Samen wirken, wenigstens bei den dem Verfasser bekannten Nadelholzsämereien, sehr störend, so daß man in Petrischalen, oder anderen geschlossenen Gefäßen von beschränktem Inhalt stets über das Ausmaß vieler Schädigungen im Unklaren bleiben wird. Verfasser erhielt bei Keimungen in Petrischalen auf Watte oder

¹⁵⁾ Schmidt: Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut, 1930. — S. 186.

Fliespapier Keimdepressionen von verschiedener Stärke, jedoch bis zu 20% gegenüber normalen Keimeinrichtungen. In gleich großem Ausmaß bewegten sich Keimschädigungen durch Ausscheidungen früher gekeimter Keimlinge, in Wirkung auf Nachkeimer (Toxine). Ob diese allein, oder auch der Luftabschluß in den erwähnten kleinen Versuchsgefäßen den Rückgang der Keimung verursachten, kann hier nicht entschieden werden.“ — Der Feuchtigkeitszustand der Keimunterlagen läßt sich in Petrischalen auch schwer in optimalen Grenzen halten, besonders wenn man an die Wasserempfindlichkeit des gealterten Samens denkt. Prof. Schmidt sagt¹⁶⁾: „Schießlich haben die sämtlichen Samenkontrollstationen mit gutem Grunde die Feuchtigkeitssättigung der Keimunterlagen nur bis 60% der wasserhaltenden Kraft derselben als optimal erprobt und statutengemäß festgelegt.“ Es können also dem Versuchsansteller große Unsicherheiten unterlaufen.

Verfasser untersuchte die Wasseraufnahme des Kiefern- und Fichtensamens und konnte dabei die Feststellung machen, daß der Fichtensamen bei allen Keimbedingungen weniger Wasser aufnahm, als jener der Kiefer. Die Fichte braucht nicht mehr Wasser zur Keimung, ist aber nicht so wasserempfindlich wie die Kiefer.

Die Versuche wurden auf drei Temperaturstufen angesetzt, auf 10°, 25° und 32° C. Die Keimkästen standen bei 10° in einem ungeheizten Raum, der von Herrn Prof. Dr. Dengler gütig zur Verfügung gestellt wurde. Die Konstanthaltung der Temperatur war innerhalb kleiner Schwankungen leicht möglich. Die Versuchsreihe auf 25° C befand sich im offiziellen Keimraum der Anstalt, jene von 32° C in einem gasgeheizten Raum des neuen Institutsgebäudes. Diese Unterbringung der Versuche ermöglichte eine beinahe parallellaufende Untersuchung auf allen Wärmestufen, wobei die Auszählung der Keimlinge teils von bewährten Hilfskräften der Anstalt, täglich und nach gleichen Gesichtspunkten vorgenommen wurde.

Dengler beschreibt den Keimvorgang mit klassischer Kürze¹⁷⁾: „Ist die Samenschale geplatzt, so tritt aus ihr zunächst das Würzelchen hervor und krümmt sich nach unten. Damit gilt die Keimung als vollzogen.“ Bei der Fichte ist die hakenartige Krümmung der Radicula sehr charakteristisch und von Quellungerscheinungen leicht zu unterscheiden. Dies ist bei unreifen Gebirgsherkünften wichtig, die stark quellen, aber kein Würzelchen entwickeln können.

Es wurde bei der Keimprüfung kein Gewicht darauf gelegt, das Minimum und Maximum der Keimungstemperatur erneut zu bestätigen, da die

¹⁶⁾ L. c. S. 186.

¹⁷⁾ Dengler: Waldbau auf ökologischer Grundlage, 1935. — S. 216—217.

Arbeiten von *Haack*¹⁸⁾ und *Tsi* keiner Ergänzung bedürfen. Die Wärmestufen wurden jedoch so gewählt, um die beim Keimverlauf zum Ausdruck gelangenden Eigenschaften der Klimarassen mit anderen Ergebnissen vergleichen zu können.

Die Berechnung der Keimprocente erfolgte mit Rücksichtnahme auf die zulässige Schwankung. Die in den Keimtabellen enthaltenen Werte sind das arithmetische Mittel von je 3 Proben. Rechnet man die Mittelwerte auf andere Weise, erhält man unvergleichbare Ergebnisse.

Keimerggebnisse der Kiefer im normalen Keimbett.

Die Keimerggebnisse der Kiefernprovenienzen wurden in Tab. 3 nach Wärmestufen zusammengefaßt. Diese enthält die Keimprocente nach 5, 7,

¹⁸⁾ *Haack*: Die Prüfung des Kiefern Samens. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1912. S. 193 ff.)

Tabelle
Keimerggebnisse der Kiefern-

Herkunft		Versuchs-Nr.	K e i m -					
			nach 5 Tagen			nach 7 Tagen		
			10°	25°	32°	10°	25°	32°
Tynset	Ost-Norwegen	2	—	52·0	37·7	—	58·0	43·3
Solar	Norwegen	3	0·3	99·0	94·3	3·3	99·0	97·0
Rudczanny (Ostpreußen)	Deutsch-land	4	—	94·0	94·0	3·0	94·7	95·7
Chorin (Kurmark) . . .		5	—	94·6	93·0	0·6	96·6	94·0
Landstuhl (Rheinpfalz)		6	—	97·0	93·7	4·0	98·7	95·3
Forbach (Schwarzwald)	Ungarn	7	—	94·6	94·0	0·6	97·3	96·0
Lenti		8	—	52·3	38·0	0·6	62·3	44·7
Garmisch (Oberbayern)	Deutschland	9	—	94·3	88·0	—	96·7	90·3

Tabelle
Keimerggebnisse der Fichten-

Tyldalen	Norwegen	15	—	18·0	—	—	49·7	1·7
Hamar		16	—	23·3	—	—	61·0	2·0
Drammen		17	—	47·3	—	—	80·0	1·0
Johannisburger Heide (Ostpreuß.)	Deutsch-land	18	—	49·3	—	—	85·7	1·3
Pförfen (N.-Lausitz) . .		19	—	38·0	—	—	79·0	0·7
Forbach (Schwarzwald)		20	—	59·7	—	—	88·7	4·7
Reichenhall (Oberbayern)	Schweiz	21	—	49·0	—	—	68·0	6·5
Winterthur (Schweiz) . .		22	—	57·0	—	—	64·0	—
Engadin (Schweiz) . . .	Jugoslawien	23	—	2·3	—	—	8·3	—
Pokljuka (Triglav-Gebiet)		24	—	53·0	—	—	91·0	2·3
Garmisch (Oberbayern)	Deutschland	25	—	9·3	—	—	37·0	14·3

10, 14, 21, 25 und 30 Tagen. Als Keimschnelligkeit gilt das 7-tägige, als Keimkraft das 21-tägige Ergebnis.

Abb. 1 zeigt den Keimverlauf der Herkünfte bei 25° C. Tsi sagt sehr treffend¹⁹⁾, daß beim Wärmeoptimum die Samen gleich schnell und gut keimen. Mit Ausnahme von zwei Herkünften keimten alle vom 2. bis 6. Tag vollkommen aus. Auffallend ist das Verhalten der ungarischen (Lenti) und der norwegischen Kiefer (Tynset). Die ungarische Kiefer stammt aus ausgesprochen mildem Klima, die norwegische ist eine Gebirgskiefer, die ihre Vollreife in der Vegetationsperiode nicht erreicht hatte. Lenti hatte entweder in der Darre, oder beim Versand in Papiersäckchen eine Schädigung erlitten. Diese beiden Herkünfte sollten eigentlich bei der Auswertung weggelassen werden, da ihr ungewöhnliches Verhalten eine Folge des erkannt-

¹⁹⁾ Tsi: Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholzsaamen verschiedener Standortsrassen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede, 1933. — S. 30.

Nr. 3.

samen bei Normalkeimung.

p r o z e n t														
nach 10 Tagen			nach 14 Tagen			nach 21 Tagen			nach 25 Tagen			nach 30 Tagen		
10°	25°	32°	10°	25°	32°	10°	25°	32°	10°	25°	32°	10°	25°	32°
0·7	62·3	47·0	8·7	63·0	51·0	39·0	63·7	51·0	45·7	64·0	51·0	52·0	64·7	51·7
41·3	99·0	97·0	83·3	99·3	97·0	97·0	99·3	97·0	97·3	99·3	97·0	97·7	99·3	97·7
39·3	95·0	95·7	81·7	95·3	96·0	94·0	95·3	96·0	94·0	95·3	96·0	94·7	95·3	96·0
18·3	97·0	94·0	75·0	97·0	94·0	94·7	97·0	94·0	95·0	97·0	94·0	95·3	97·0	95·0
53·3	98·7	95·7	87·0	98·7	96·0	97·3	98·7	96·3	97·3	99·0	96·3	97·3	99·0	97·3
22·7	97·7	96·3	58·3	97·7	96·7	94·7	97·7	96·7	96·0	97·7	96·7	97·7	97·7	96·7
11·0	70·0	46·7	40·3	72·7	48·7	76·7	74·3	49·3	80·3	75·7	49·3	83·0	76·3	57·3
12·0	96·7	90·3	71·7	96·7	91·0	94·3*)	96·7	91·0	—	96·7	91·0	—	96·7	91·7

*) Versuch wurde am 18. Tag abgebrochen.

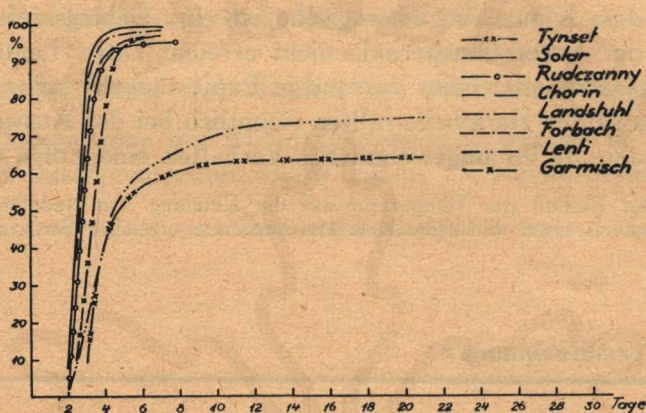
Nr. 4.

samen bei Normalkeimung.

—	62·7	17·0	6·7	63·0	36·3	50·3	63·0	42·3	61·7	63·0	46·3	66·3	63·7	58·3
—	78·0	23·0	2·0	79·7	45·3	57·7	81·3	53·3	70·3	81·3	66·0	75·7	81·3	76·0
—	88·7	12·7	5·7	89·0	40·7	68·0	89·7	53·0	80·3	89·7	67·3	86·0	89·7	81·3
—	90·7	18·3	7·0	91·3	48·3	77·0	91·7	61·0	84·7	91·7	74·7	88·0	91·7	88·3
—	94·0	17·3	3·7	94·7	40·0	78·3	94·7	55·7	85·0	94·7	72·3	90·3	94·7	89·3
—	93·0	29·7	35·3	93·7	62·3	90·0	93·7	67·7	92·0	93·7	85·7	93·0	93·7	93·3
—	78·0	38·0	31·3	78·0	64·0	82·0	78·0	69·0	82·3	78·0	78·0	83·0	78·0	83·5
—	66·0	16·0	29·7	66·0	29·7	73·0	66·0	36·7	73·3	66·0	47·3	73·3	66·0	53·3
—	18·7	0·7	—	20·3	1·7	4·3	22·3	2·3	9·0	23·7	4·0	15·3	23·7	14·3
—	95·3	25·3	34·3	95·7	50·3	89·6	95·7	64·7	93·7	95·7	80·0	95·0	95·7	93·3
—	97·0	38·7	—	98·3	60·0	—	98·3	72·3	—	98·3	86·7	—	98·3	93·7

ten schlechten Samenzustandes ist. Selbstverständlich drückt ihr Keimverlauf keine Rasseeigenschaften aus, da der Samenzustand überdeckend wirkt. Aus den Kurven ist das etwas langsamere Keimen der Herkunft Garmisch ersichtlich. Bei der Prüfung der Wasseraufnahme konnten solch geringe Unterschiede des Keimverlaufs als Folge der verlangsamten Quellung

Keimverlauf der Kiefern bei 25° C.



Keimverlauf der Kiefern bei 10° C.

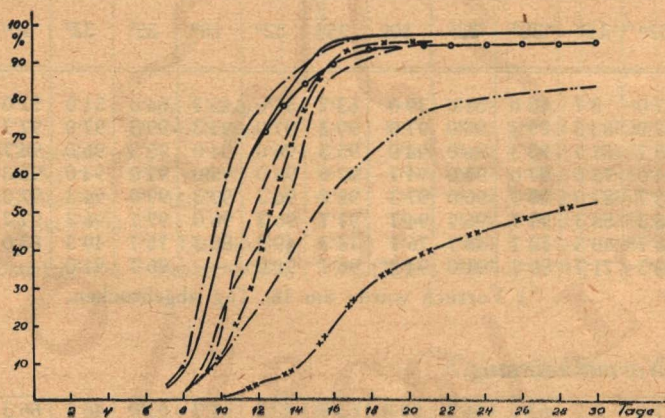


Abb. 1 und 2.

nachgewiesen werden, die auf die Samenfarbe, oder auch auf den Wassergehalt des Keimbettes zurückzuführen sind. Aus dem Keimverlauf von 3 Proben zu 100 Körnern lassen sich Rasseeigenschaften in verlässlicher Weise kaum ableiten. Es ist als sicher anzunehmen, daß bei der geringsten — meist unbeabsichtigten — Änderung der Keimbedingungen, die z. B. eine Folge

der nicht genau abstimmbaren Wasserzuführung in der heutigen Keimtechnik (Saugfadenlänge, Keimunterlage) ist, bei mehreren Parallelproben

Keimverlauf der Kiefern bei 32°C

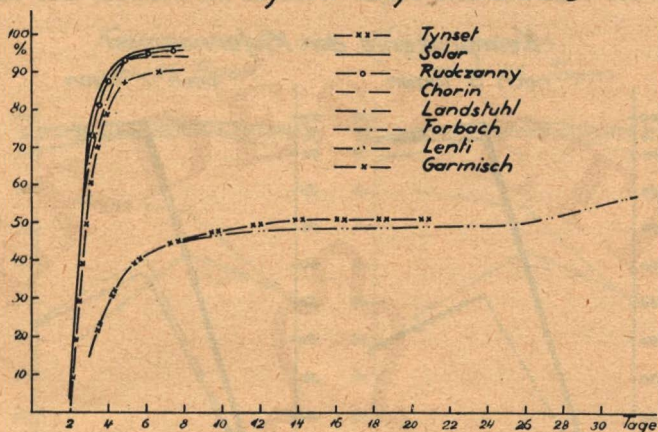


Abb. 3.

Keimprozent der Kiefernnsamen nach 14 Tagen.

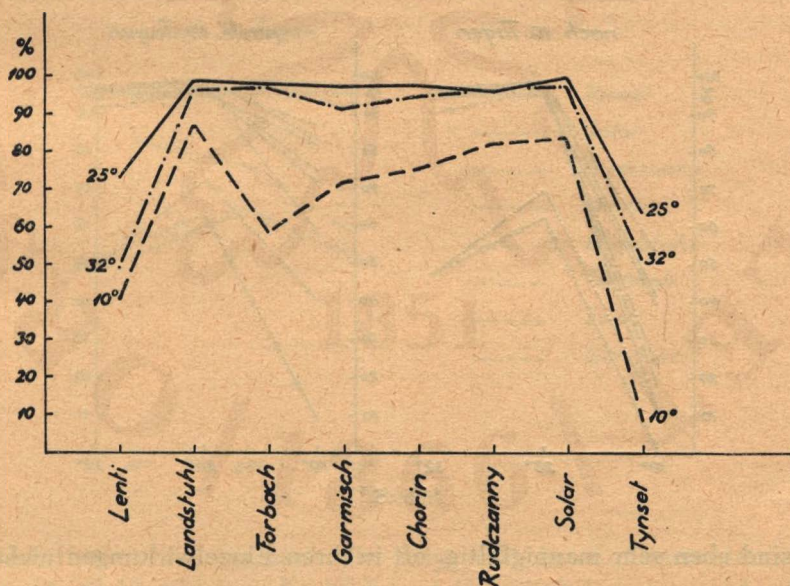
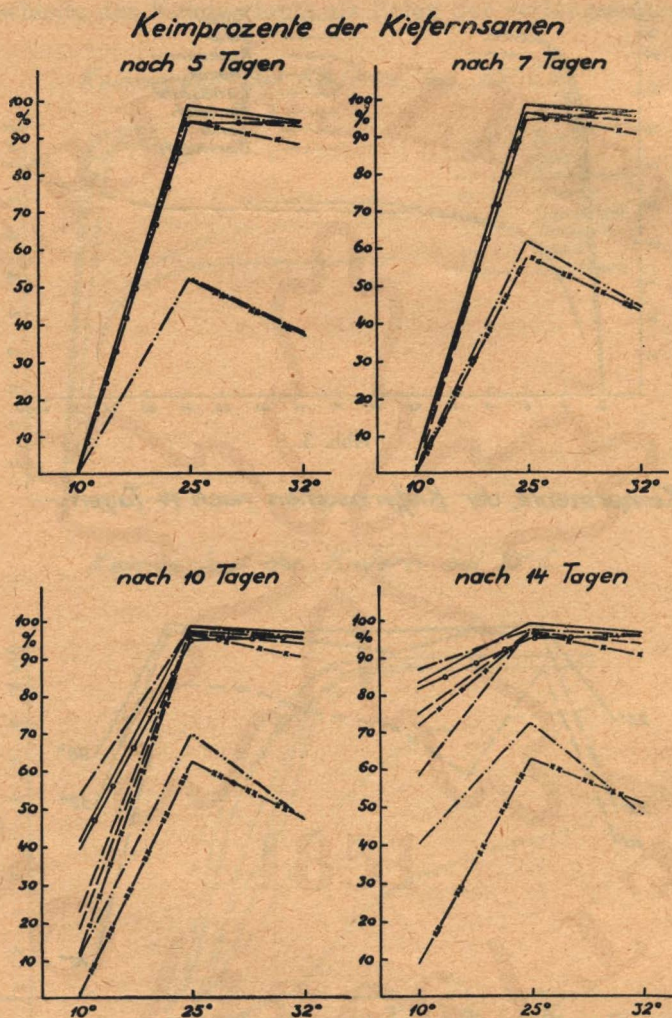


Abb. 4.

zu 3 × 100 derselben Herkunft ganz erhebliche Unterschiede in der Keim-schnelligkeit auftreten können, wenn auch nicht auftreten.

Die offizielle Keimprüfung hat daher den Begriff des zulässigen Spiel-

raumes bei der Wiederholung von Untersuchungen eingeführt. Für wissenschaftliche Zwecke muß jedoch noch genauer gearbeitet werden, um solche feinen Unterschiede, wie sie das rassische Moment eventuell hervorbringt, vom Einfluß der Außenbedingungen trennen zu können. Die äußeren Ein-



flüsse sind eben sehr mannigfaltig, oft in ihren Einzelwirkungen nicht übersehbar.

Die Keimung bei 10° C zeigt ein viel langsames Abklingen. Der Keimbeginn fällt bei den einwandfreien Herkunft auf den 9. bis 11., das Ende der Keimung auf den 18. bis 21. Tag. Die Zeitspanne zwischen Anfang und

*) Zeichenerklärung auf Abb. 6.

Ende der Keimung ist etwa dreimal so lang, als bei Optimaltemperatur. Hier sind auch die gutkeimenden frischen Samen von den schon erwähnten Ausreißern zu unterscheiden. Bei 10° C keimte die Warmgegendherkunft Landstuhl am besten. Dann folgten mit ganz geringem Unterschied die nor-

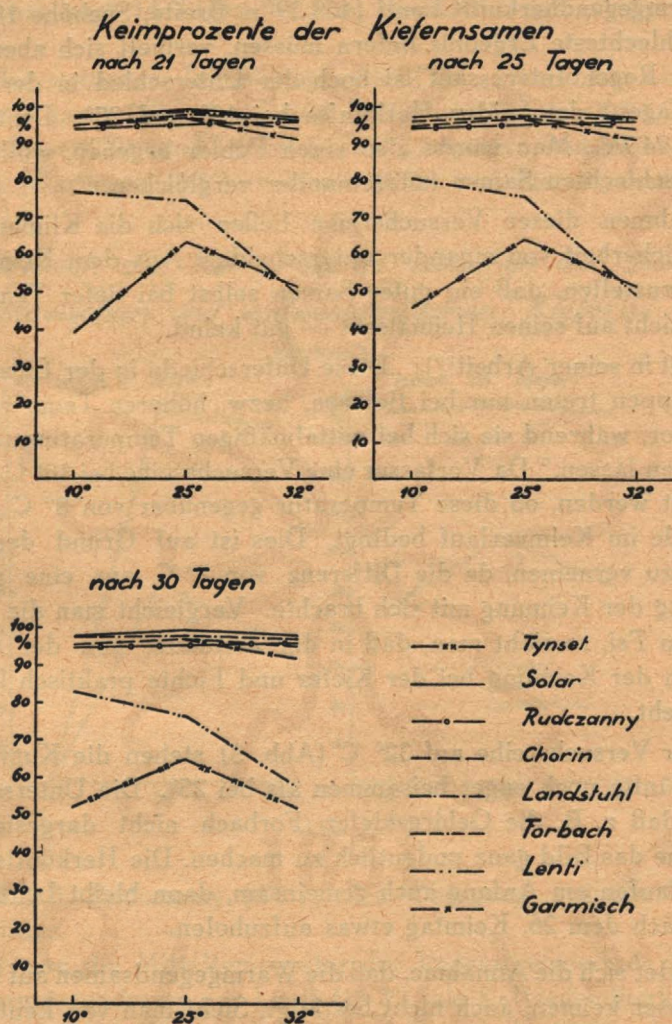


Abb. 6.

wegische Herkunft Solar und die ostpreußische Kontinentalrasse Rudezanny. Die Gebirgskiefern Forbach und Garmisch keimten in der Gruppe der einwandfreien Samen am langsamsten (Abb. 2).

Tsi hat seine Provenienzen nach Warm- und Kaltgegendrassen eingeteilt und festgestellt, daß die Kaltgegendssamen bei tiefen, die Warmgegendssamen bei hohen Temperaturen besser keimen. Bei der obigen Versuchs-

reihe fand diese Feststellung keine Bestätigung. Die Samen keimten abweichend von der obigen Regel — an der Spitze eine Warmgegendrasse —, während die Kaltgegendrasse Tynset ($62^{\circ} 15'$ n. Breite) besonders langsam keimte und in 30 Tagen das optimale Keimprozent nicht erreichte. Die südlichste Warmgegendherkunft Lenti ($46^{\circ} 39'$ n. Breite, Seehöhe 180 m) hätte hier das schlechteste Ergebnis liefern müssen, verhielt sich aber entgegengesetzt der Regel. Interessant ist noch der Unterschied in der Keimkraft (nach 21 Tagen) der beiden Herkünfte bei 10° und 25° . Lenti: $+2.4\%$, Tynset: -24.7% . Man würde also einen Fehler begehen, wollte man die guten und schlechten Samen untereinander vergleichen.

Im Rahmen dieser Versuchsreihe ließen sich die Klimarassen auch nicht mit Sicherheit von einander unterscheiden. Aus dem Keimverlauf ist jedoch festzustellen, daß ein guter Samen selbst bei tiefer Temperatur — ohne Rücksicht auf seinen Heimatsort — gut keimt.

Tsi sagt in seiner Arbeit²⁰⁾: „Diese Unterschiede in der Eigenschaft der beiden Gruppen treten nur bei tieferen, bzw. höheren Temperaturen eindeutig hervor, während sie sich bei mittelmäßigen Temperaturen nicht deutlich erkennen lassen.“ Da Verfasser eine Versuchsreihe bei 10° C laufen ließ, muß gefragt werden, ob diese Temperatur gegenüber von 8° C allzu große Unterschiede im Keimverlauf bedingt. Dies ist auf Grund der Versuchsergebnisse zu verneinen, da die Differenz von 2° C nur eine geringe Beschleunigung der Keimung mit sich brachte. Vergleicht man die Abb. 2 mit Abb. 41 von *Tsi*, so sieht man, daß in der Zeitdauer von der Aussaat bis zum Beginn der Keimung bei der Kiefer und Fichte praktisch kein Unterschied besteht.

Bei der Versuchsreihe auf 32° C (Abb. 3) stehen die Kurven der frischen Herkünfte noch enger beisammen als bei 25° . Die Unterschiede sind so gering, daß z. B. die Gebirgskiefer Forbach nicht dargestellt werden konnte, ohne das Bild ganz undeutlich zu machen. Die Herkünfte Lenti und Tynset verlaufen am Anfang auch gemeinsam, dann bleibt Lenti etwas zurück, um nach dem 26. Keimtag etwas aufzuholen.

Hier findet sich die Annahme, daß die Warmgegendssamen auf hoher Temperatur besser keimen, auch nicht bestätigt. Sieht man von Lenti und Tynset ab, fallen die Kurven der anderen Provenienzen praktisch zusammen. Die Kurven zeigen sogar noch ein geschlosseneres Bild, als bei 25° . Ein keimkräftiger, frischer Samen wird auch bei hoher Temperatur immer besser keimen, als ein gealterter, geschädigter, oder unreifer. Der Warmge-

²⁰⁾ *Tsi*: Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholzsamen verschiedener Standortsrasen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede, 1933. — S. 29.

gendsamen Lenti verhielt sich bei 32° ganz anders als bei 10° , indem er schlechter keimte, als die nordische Herkunft Tynset!

Um einen Vergleich mit den Kurven von Tsi zu ermöglichen, wurden die Ergebnisse des Verfassers ähnlich dargestellt. Auf Abb. 4 sind die Keimergebnisse nach 14 Tagen für alle Herkünfte und Temperaturstufen gezeichnet.

Nach der mittleren Jahrestemperatur (Tab. 1) wurden als Warmgegendherkünfte Lenti (10°), Landstuhl ($8^{\circ}6'$) und Chorin ($8^{\circ}3'$), als Kaltgegendrassen Solar ($2^{\circ}9'$) und Tynset ($-0^{\circ}2'$) angesprochen, während die Gebirgskiefern [Garmisch ($5^{\circ}5'$), Forbach ($5^{\circ}7'$) und die ostpreußische Kon-

Vergleich der Keimprozente zwischen den skandinavischen und südwestdeutschen Kiefern-samen

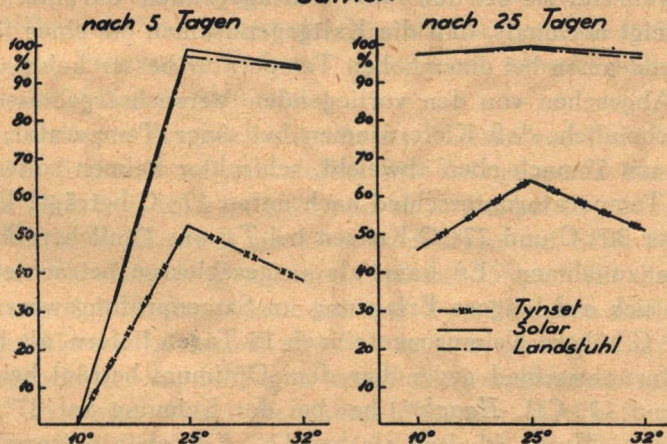


Abb. 7.

tinentalherkunft Rudczanny ($6^{\circ}1'$)] den Übergang zwischen den beiden Gruppen bilden.

Nimmt man die Mitteltemperatur der Vegetationsperiode in Betracht, gilt als Warmgegendrasse nur Lenti ($18^{\circ}2'$), als Kaltgegendherkunft Tynset ($9^{\circ}5'$), Solar ($12^{\circ}2'$), Forbach ($12^{\circ}4'$) und Garmisch ($12^{\circ}7'$), den Übergang bilden mit verhältnismäßig geringen Temperaturunterschieden die Provenienzen Rudczanny ($15^{\circ}0'$), Chorin ($15^{\circ}8'$) und Landstuhl ($15^{\circ}7'$). Aus dem Gegensatz der Einteilung ist genau ersichtlich, wie schwierig eine absolut sichere Unterscheidung nach Warm- und Kaltgegendrassen zu treffen ist. Die Herkunft Landstuhl (Rheinpfalz) aus ozeanischem Klima wurde mit Rücksicht auf die geringste Schwankung der Temperaturextreme zu den Warmgegendrassen gezählt. Die Abbildung zeigt, daß alle Samen — ohne

Rücksicht auf ihren Heimatsort — bei 32° besser keimten als bei 10°. Wenn man von Lenti und Tynset absieht, liegt das Keimprozent von 25° und 32° innerhalb der zulässigen Schwankung, obwohl die Tendenz, bei 32° geringere Werte zu erlangen, klar erkennbar ist. Der größte Unterschied liegt bei Garmisch (5'7%), ist aber zu gering, um weitgehende Folgerungen zu erlauben. Die 10° Kurve liegt in allen Fällen tief unter jener von 32°. Den höchsten Wert besitzt hier der Warmgegensamen Landstuhl, den geringsten die Gebirgskiefer Forbach — obwohl das Ergebnis nach *Tsi* umgekehrt sein müßte. Landstuhl zeigte sich auch hier am keimkräftigsten. Die größten Unterschiede sind bei den Werten von Lenti und Tynset zu finden, wobei das niedrige Keimprozent des Kaltgegensamens Tynset bei 10° auffallend ist. — Vergleicht man diese Abbildung mit jener von *Tsi* (Abb. 2), so kann man sich den Worten „Betrachtet man die Kurven, so sieht man, daß bei den drei Kaltgegenden die 8° C-Kurve über den Kurven von 32°, bzw. 37° C liegt, während sie bei den fünf Warmgegenden darunter zu liegen kommt. Das zeigt nochmals, daß die Kaltgegensamen bei einer tiefen und die Warmgegensamen bei einer hohen Temperatur besser keimen“*) nicht anschließen. Abgesehen von den vorliegenden Versuchsergebnissen, ist es sehr unwahrscheinlich, daß Kiefernnsamen bei einer Temperatur, die vom Optimum nur um 7° nach oben abweicht, schlechter keimen sollen, als bei 8° C, wo der Temperaturunterschied nach unten 17° C beträgt! Ebenso ist der Verlauf der 32° C und 37° C-Kurven bei *Tsi* aus ähnlicher Überlegung als unsicher anzunehmen. Es kann als ausgeschlossen betrachtet werden — stützt man sich auf längere Erfahrung im Samenprüfungswesen — daß Samen bei 37° C höhere Keimprozentage nach 15 Tagen liefern, als bei 32° C. Der Temperaturunterschied gegenüber dem Optimum beträgt beinahe das Doppelte (7 und 12° C!). *Haack*²¹⁾ hat bei der Keimung auf 37° auch erheblich niedrigere Werte erhalten als bei 32°. Ein ebenso unwahrscheinliches Verhalten zeigte bei Abb. 6 die Herkunft Lenti. Das Keimprozent nach 21, 25 und 30 Tagen war bei 10° C immer höher als bei 25° und 32° C, obwohl es sich um einen Warmgegensamen handelt! Der Kaltgegensamen Tynset hatte dagegen nach 21 und 25 Tagen bei 32° C ein höheres Keimprozent als bei 10° C.

Diese Widersprüche finden ihre Erklärung darin, daß Samen, die in einem geschwächten Zustande sind, gerade im außeroptimalen Keimbett ein unregelmäßiges Verhalten zeigen können, da sie auf schädigende Einflüsse besonders lebhaft reagieren. Es ist weiter anzunehmen, daß bei der Kei-

*) *Tsi*: Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholznsamen verschiedener Standortsrassen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede. 1933. -- S. 30.

²¹⁾ *Haack*: Die Prüfung des Kiefernnsamens. (Zeitschr. f. Jagd- u. Forstw., 1912. S. 206.)

mung in Petrischalen Fehlerquellen entstanden sind, die selbst die Ergebnisse des vorsichtigsten Versuchsanstellers gefährden können.

Betrachtet man die Abb. 2 von *Tsi*, fällt das niedrige Keimprozent von Beilngries auf. Vergleicht man dies Ergebnis mit dem Keimprozent von Garmisch, so findet man für den großen Unterschied bei 25° (30·4%, s. auch Tab. 13) bei gleichen Versuchsverhältnissen nur die Erklärung, daß hier das Alter des Samens eine Rolle gespielt hat. Bei einer Seehöhe von 363 m gegenüber von Garmisch (1300—1500 m), hätte hier ein günstigeres Keimergebnis herauskommen müssen. Die Herkunft Beilngries (Erntejahr 1930/31) verhält sich im Keimbett ganz anders als Garmisch (Erntejahr 1931/32), dies drückt sich im gleichbleibenden Unterschied der Keimprozentage vom 10. bis 25. Keimtag aus. (94·3—64·3 = 30·0% und 96·0—66 = 30%.) Ein sicheres Zeichen der Schwächung! Der Verfasser wird auf das Verhalten verschieden alter Samen an anderer Stelle hinweisen. Aus den Ergebnissen von *Tsi* und *Kienitz* ist klar ersichtlich, daß die Keimkraft von der Höhenlage und geographischen Breite des Standortes unabhängig ist, wenn der Samen die Vollreife erlangt hat, obwohl sich die Verfasser darüber nicht klar geworden sind.

Einen weiteren Vergleich mit den Ergebnissen von *Tsi* (Abb. 7—11) erlauben Abb. 5 und 6. Diese stellen die Keimprozentage der untersuchten Herkünfte nach 5, 7, 10, 14, 21, 25 und 30 Tagen bei 10°, 25° und 32° C dar und wurden in Verbindung mit anderen Kurven auf Seite 172—180 schon besprochen. Die Abbildungen zeigen, daß auf 25° und 32° die Keimung der Herkünfte (mit Ausnahme von *Lenti* und *Tynset*) schon nach 5 Tagen nahezu abgeschlossen ist, wobei alle Samen sich ganz gleichartig verhielten. Die Keimprozentage nach 10 Tagen lassen das verschieden rasche Ankeimen bei 10° C erkennen, wobei die südwestdeutsche Herkunft *Landstuhl* die Führung innehat. Nach 14 Tagen gleichen sich die Unterschiede immer mehr aus und liegen nach 21 Tagen mit den Ergebnissen von 25° und 32° C praktisch in einer Linie. Die Herkünfte *Lenti* und *Tynset* fallen nach 5 Tagen zusammen, dann bessert *Lenti* seine Lage gegenüber *Tynset*, erreicht nach 30 Tagen bei 10° C ein höheres Keimprozent als bei 25° C — als sicheres Zeichen für das abnorme Verhalten geschädigter Samen. *Tynset* keimte bei 32° C als Kaltgegendrasse besser, als bei 10° C—32° liegt auch für Kaltgegendsamensamen näher dem Optimum als 10° C! — Die Keimprozentage von 10° und 32° erreichen nach 30 Tagen dieselbe Höhe.

Die Kurven von *Tsi* zeigen diesen Ergebnissen gegenüber ein allgemein niedriges Keimprozent nach 5 Tagen bei 25° — ein vielsagendes Bild, das den ungleichen Zustand der Samen sehr augenscheinlich darstellt. Wären die Samen *Tsis* ganz frisch im Zustand und die Keimbedingungen bei 25° optimal gewesen, so hätte nach 5 Tagen volle Auskeimung eingetreten sein

müssen! Sehr aufschlußreich ist die Abb. 8 mit den höheren Keimprozenten bei 18° C als bei 32°. Obwohl Verfasesr bei 18° C nicht arbeitete, läßt erwähnte Abbildung doch eine interessante Folgerung zu, die seine geäußerte Auffassung über das Verhalten der Samen bei 32° und 37° C (S. 180) erhärten kann. Da die Keimtemperatur von 18° C gerade um 7° C unter dem Optimum liegt, 32° C um 7° C über diesem, zeigt die Abb. 8 von *Tsi* eine Parallele zu Abb. 5 des Verfassers. Bei den Kurven auf Abb. 5 ist eine gering fallende Tendenz von 25° zu 32° unverkennbar vorhanden. Ein ähnliches Verhalten, aber nach entgegengesetzter Richtung verraten (von 25° zu 18°) auch die Kurven von *Tsi* — trotz der unterschiedlichen Keimprocente. Dies gemeinsame Fallen nach den Punkten gleicher Temperaturdifferenz vom Optimum bestärkt den Verfasser in der Meinung, daß der Versuch von *Tsi* auf 32° eine Schädigung erlitten haben muß, der nur wenige widerstandsfähige Samen standhielten. Darum das Ansteigen der Kurven von 32° zu 37° — obwohl ein Fallen in dieser Richtung normal und sinngemäß wäre. Die Abb. 11 von *Tsi* läßt das Bestreben der Samen auch genau erkennen, auf allen Temperaturen gleiche Keimprocente zu erreichen. Nur die Werte von 32° C bleiben auffallend zurück, was mit den Ergebnissen des Verfassers im direkten Widerspruch steht.

Abb. 7 gestattet auch einen Vergleich mit Abb. 17 und 18 von *Tsi*. Die Keimergebnisse der südwestdeutschen Herkunft Landstuhl und jene der norwegischen Herkunft Solar und Tynset wurden — obwohl schon in Abb. 5 und 6 enthalten — nochmals gesondert dargestellt. Die Kurven der einwandfreien Samen von Landstuhl und Solar fallen zusammen, Tynset kann wegen biologischer Unreife zum Vergleich nicht herangezogen werden.

Die norwegische Herkunft Solar ist Landstuhl gegenüber eine ausgesprochene Kaltgegendrasse. Die mittlere Jahrestemperatur von Solar beträgt 2°9', jene von Landstuhl 8°6', das Mittel der Vegetationsperiode 12°2' und 15°7'. Die Unterschiede des Reifeklimas sind also sehr beträchtliche. Solar ist neben Tynset der kälteste, Landstuhl der zweitwärmste Herkunfts-ort der untersuchten Samen. Trotzdem sind im Keimverlaufe der vollreifen Provenienzen keine Unterschiede festzustellen.

Nach *Tsi* sollen Kaltgegendsamensamen bei tiefer, Warmgegendsamensamen bei hoher Temperatur besser keimen. Abb. 5 zeigt ganz einwandfrei das frühere und schnellere Keimen der Warmgegendrasse Landstuhl bei 10°, während bei 32° kein Unterschied festzustellen ist.

Zusammenfassung der Ergebnisse mit Kiefern Samen.

1. Innerhalb des untersuchten Verbreitungsgebietes ließen sich auf den drei Temperaturstufen (10°, 25° und 32° C) Unterschiede im Keimverlauf der Klimarassen eindeutig nicht nachweisen.

2. Nach dem Keimverlauf waren sogenannte Warmgegensamen von den Kaltgegensamen nicht zu unterscheiden.

3. Ein frischgedarrter, keimkräftiger Kiefernnsamen keimt bei allen Bedingungen gut, während ein gealterter, geschädigter, oder unreifer Samen sich ganz unregelmäßig verhalten kann. Dies ist ein Ausdruck des Samenzustandes, der Rasseigenschaften vortäuschen kann.

4. Die Verwendung von Saatgut mit ungleichen Zustandseigenschaften bei vergleichenden Keimversuchen ist wegen der auftretenden großen Unterschiede mit Unsicherheiten verbunden, daher nicht zu empfehlen.

5. Der Keimverlauf ist bei gleichen äußeren Bedingungen (Wasser, Wärme, Licht und Luft) eine Funktion des Samenzustandes, der die eventuellen Rasseigenschaften überdeckt.

Keimergebnisse der Fichte im normalen Keimbett.

Die Keimprozentage der untersuchten Fichtenherkünfte enthält Tab. 4.

Abb. 8 veranschaulicht den Keimverlauf der Herkünfte bei 25° C. Die Kurven lassen ein schnelleres Ankeimen der hochprozentigen Gebirgssamen

Keimverlauf der Fichten bei 25° C.

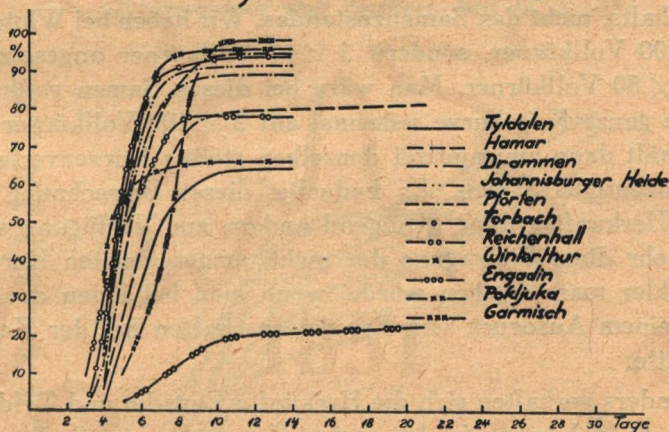


Abb. 8.

(Reichenhall, Forbach, Winterthur, Pokljuka) gegenüber den Tiefland- und norwegischen Fichten erkennen. Eine Ausnahme bildet Engadin, eine hochalpine Provenienz (1700 m), deren Samen infolge des extremen Standortes nicht ausreifen konnten. Die Keimergebnisse dieser Herkunft sind bei allen Versuchsbedingungen gleich ungünstige. Ähnlich keimte die norwegische Fichte Tyldalen (62° 5' N) wegen biologischer Unreife schlecht. Auffallend sind bei frühem Keimbeginn die niedrigen Keimprozentage von Winterthur und Reichenhall. Beide Samen hatten einen ziemlich hohen Hohlkornge-

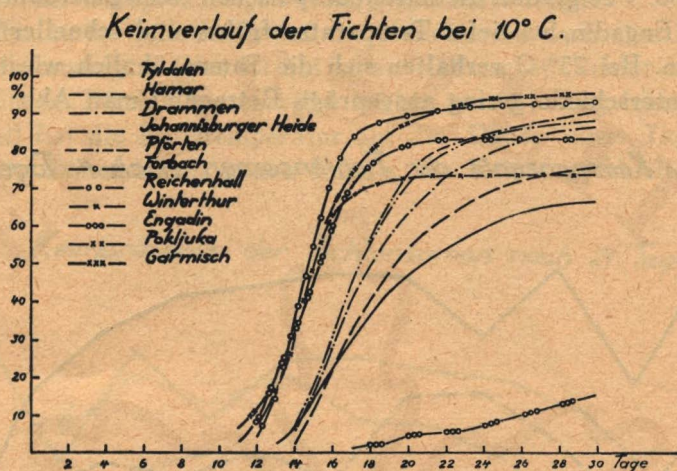
halt, der die Resultate stark herabdrückte. Dies führt uns zu folgender Betrachtung: Wenn irgenwo in der Literatur Fichtensamen, bei dem man äußerlich das Hohlkorn mit dem Auge gar nicht erkennen kann, zu physiologischen Untersuchungen verwandt ist, so muß unter allen Umständen eine Angabe des Hohlkornprozents als Voraussetzung für die Auswertung erscheinen. Fehlt diese Angabe, so kann der Autor unter Umständen zu ganz falschen Schlüssen gekommen sein. Erhält er z. B. in einem Falle ein Keimergebnis von 55% (aber ohne sein Wissen war das Hohlkornprozent 40% und die Keimkraft, bezogen auf die Vollkörner infolge dessen 91.6%), so würde er diesen Samen zu Unrecht ungünstiger bewerten als einen 70%igen, der aber fast gar keine Hohlkörner hatte und dessen geringe Keimkraft von 70% auf Schwächung der Keimkraft beruhte.

Bei den Kurven Verfassers, die den Keimverlauf nach Tagen wiedergeben, ersieht man schon aus dem Keimverlauf kurvenmäßig folgendes: Die Samen Winterthur (Hohlkornprozent 33, festgestellt durch Schnittprobe nach dem Keimverlauf) und Reichenhall (Hohlkornprozent 20) steigen zwischen dem 3. und 5. Tage (Abb. 8) bei 25° genau so schnell, wie die Samen hoher Keimkraft an. Die Kurven flachen dann entsprechend dem Hohlkorngehalt bei 66% und 78% ab. Dies ist aber lediglich Folge des Hohlkorngehalts, nicht des Samenzustandes. Wir haben bei Winterthur eben nicht 3×100 Vollkörner, sondern 3×67 Vollkörner angesetzt; bei Reichenhall 3×80 Vollkörner. Man wäre bei diesen Samen vollkommen berechtigt, die ganze Keimkurve jedesmal auf 3×100 Vollkörner umzurechnen und erhält dann einwandfrei denselben steilen Kurvenverlauf, wie bei den hochprozentigen Samen. Es bedurfte dieser Umrechnung nicht, weil von dieser Herkunftsgruppe genügend andere zur Verfügung standen. Es sollte vielmehr diese Eintragung der nicht umgerechneten Kurven zeigen, was für Fehler man begehen würde, wenn man bei ihnen den Hohlkorngehalt mit einem Ausdruck von Rasseeigenschaften bei der Keimung verwechselt hätte.

Ganz anders verhalten sich die Herkünfte Engadin und Tyldalen. Diese haben einen an sich schon in den ersten Keimtagen viel flacheren Kurvenanstieg. Hier wäre eine Umrechnung, bezogen auf die gekeimten Körner nicht zweckmäßig, denn die nichtgekeimten Körner sind ja nicht Hohlkorn, sondern die Nichtkeimer sind Ausdruck des schlechten Samenzustandes der Vollkörner. Die Methode der Umrechnung auf Prozent der gekeimten Körner, wie es Kienitz ohne Angabe des Hohlkorngehalts tat, ist daher geeignet das Bild zu verwischen.

Die Gebirgsfichte Garmisch fällt durch ihren späten Keimbeginn auf, es konnte jedoch für dies Verhalten keine annehmbare Erklärung gefunden werden.

Abb. 9 zeigt bei der Keimung auf 10°C einen auffallend frühen Keimbeginn und auch eine größere Keimschnelligkeit der hochprozentigen Gebirgsfichten. Der Beginn der Keimung läuft bei den Herkünften Forbach, Pokljuka, Reichenhall, Winterthur den übrigen um zwei Tage voraus. Bei



Keimverlauf der Fichten bei 32°C .

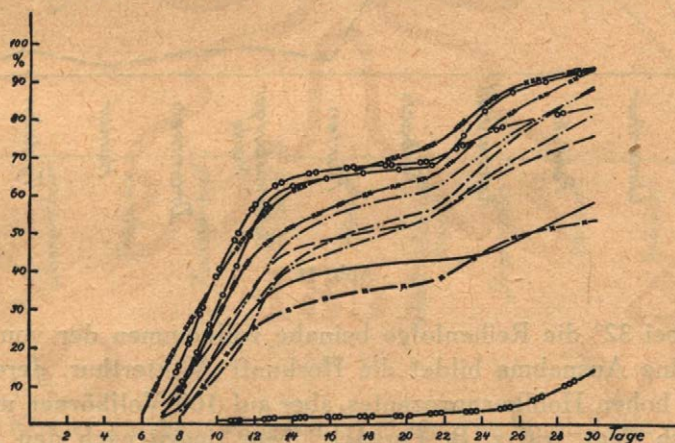


Abb. 9 und 10.

Abb. 9 sind die Gebirgsherkünfte von den Tiefland- und nordischen Fichten im Keimverlaufe zu unterscheiden. Auffallend ist auch das langsame Keimen der letzteren, das mit dem 30. Keimtag noch nicht abgeschlossen erscheint. Die unreife Herkunft Engadin zeigte gegenüber der Keimung bei 25°C ein bedeutend langsames Keimen, das in 30 Tagen das optimale Keimprozent nicht erreichte. Die Herkunft Garmisch wurde bei diesem Ver-

such nicht angesetzt, da sie verspätet einlief. Es ist dies kein Mangel, da genügend Gebirgsfichten zur Verfügung standen.

Tsi²²⁾ betont die Tendenz der mitteleuropäischen Fichten, daß Warmgegensamen auf höherer, Kaltgegensamen auf tiefer Temperatur besser keimen. Abb. 9 zeigt, daß die mitteleuropäischen Gebirgsherkünfte, mit Ausnahme von Engadin, bei tiefer Temperatur früher und schneller keimen, als die anderen. Bei 25° C verhalten sich die Samen ähnlich wie bei 10°, nur sind die Unterschiede gering ausgeprägt. Betrachtet man Abb. 10, so sieht

Keimprozent der Fichtensamen nach 14 Tagen.

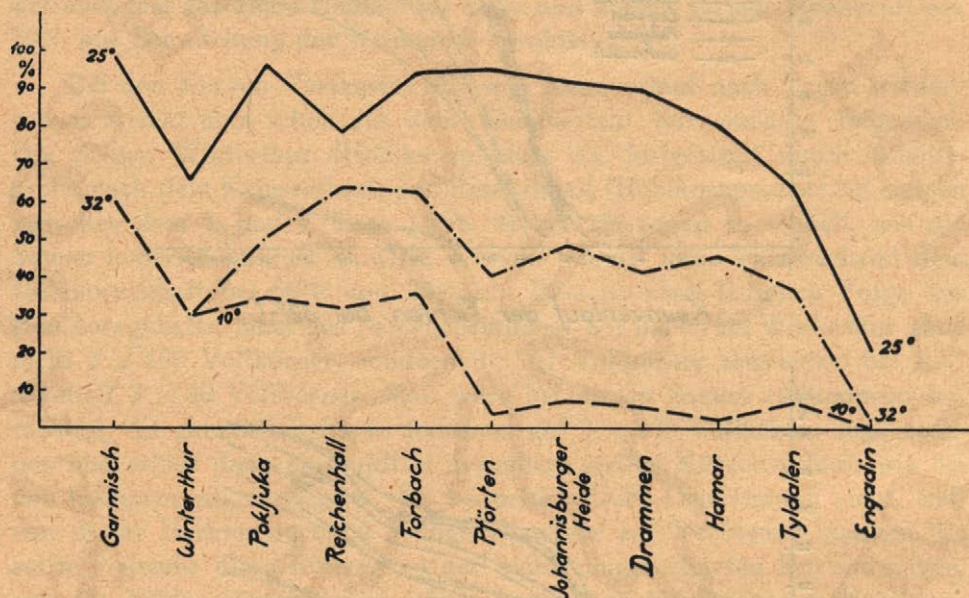


Abb. 11.

man, daß bei 32° die Reihenfolge beinahe vollkommen der von 10° C entspricht. Eine Ausnahme bildet die Herkunft Winterthur, deren Ergebnis wegen des hohen Hohlkornprozent, aber auf 100 Vollkörner umgerechnet ebenso hoch liegt, wie z. B. Forbach. Zwar liegen nach den Kurven bei allen Temperaturen die mitteleuropäischen Gebirgsfichten gebündelt über den Fichten aus der Ebene. Aber daraus zu schließen, daß es sich hierbei um eine Herkunftseigentümlichkeit der Gebirgsfichten handelt, wäre verfrüht. Denn noch ungünstiger als die Fichtenkurven der Ebene liegt die Kurve der nordischen Kaltgegendherkunft Tyldalen und noch tiefer die

²²⁾ Tsi: Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholzsaamen verschiedener Standortsrasen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede, 1933. — S. 45.

des Gebirgssamens Engadin. Da nun die beiden letzteren Kurven von Saagt gut geringeren Keimzustandes erhalten wurden, läßt sich auch nicht beweisen, daß die Herkünfte aus der Ebene nicht ebenfalls infolge geringeren Keimzustandes, sondern als Ausdruck der Rasseneigentümlichkeit unter den Kurven der hochprozentigen Gebirgsherkünfte liegen.

Bei Abb. 10 ist auffallend, daß die Keimkurven nach dem 22. Keimtag erneut stark ansteigen. Dies ist auf einen technischen Fehler im Versuche zurückzuführen. Diese Versuchsreihe ist bis zum 21. Tag fehlerlos. Durch einen Zufall fiel die Keimtemperatur auf die Dauer eines Tages auf 26°, wodurch die Samen einen neuen Impuls zur Keimung erhielten. Die un-

Keimprocente der Fichtensamen nach 21 Tagen.

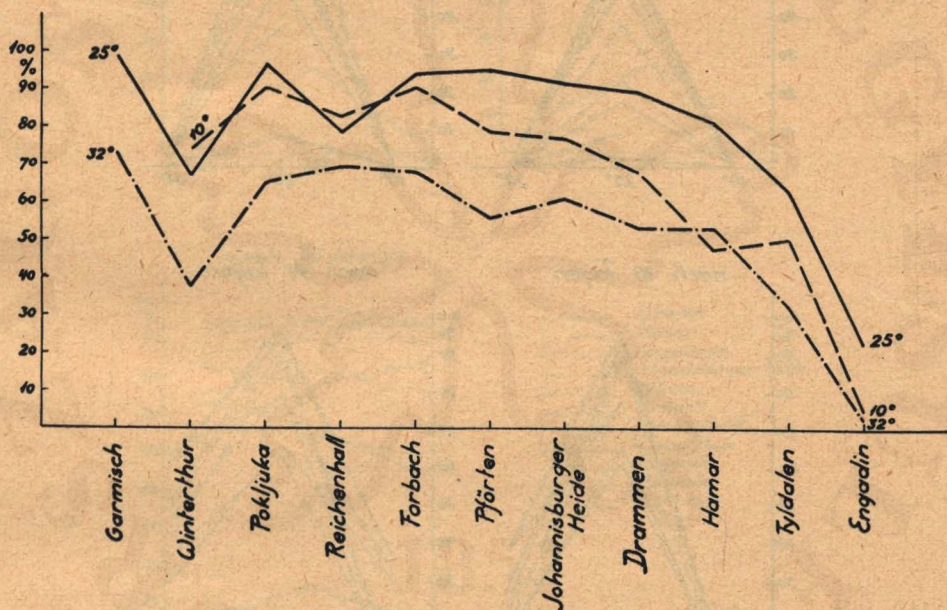


Abb. 12.

gekeimten Körner starben während 21 Tagen nicht ab, dies wurde auch bei den Lichtversuchen in allen Fällen festgestellt. Es wird bei ähnlichen Versuchen schwer sein, Fehlschläge zu vermeiden. Sind sie rechtzeitig erkannt worden, wird man sich das absonderliche Verhalten der Proben erklären können. Bringt man bei den Lichtversuchen Samenproben aus dem Lichtfeld ins normale Keimbett — also von hoher Temperatur in niedrige — erfolgt auch ein ähnliches Nachholen der Keimung.

Einen weiteren Vergleich mit den Ergebnissen von Tsi erlaubt Abb. 11 und 12. Abb. 11 veranschaulicht die Keimprocente der Herkünfte nach 14

Tagen. Der Kurvenverlauf ist ähnlich wie bei *Tsi* (Abb. 37). Ersichtlich sind die höheren Ergebnisse der hochprozentigen Fichten auf allen Wärmestufen; die 32° C-Kurve liegt beiläufig in der Mitte zwischen der 10 und 25° C-Kurve. Störend wirken die Werte von Winterthur und Reichenhall, verur-

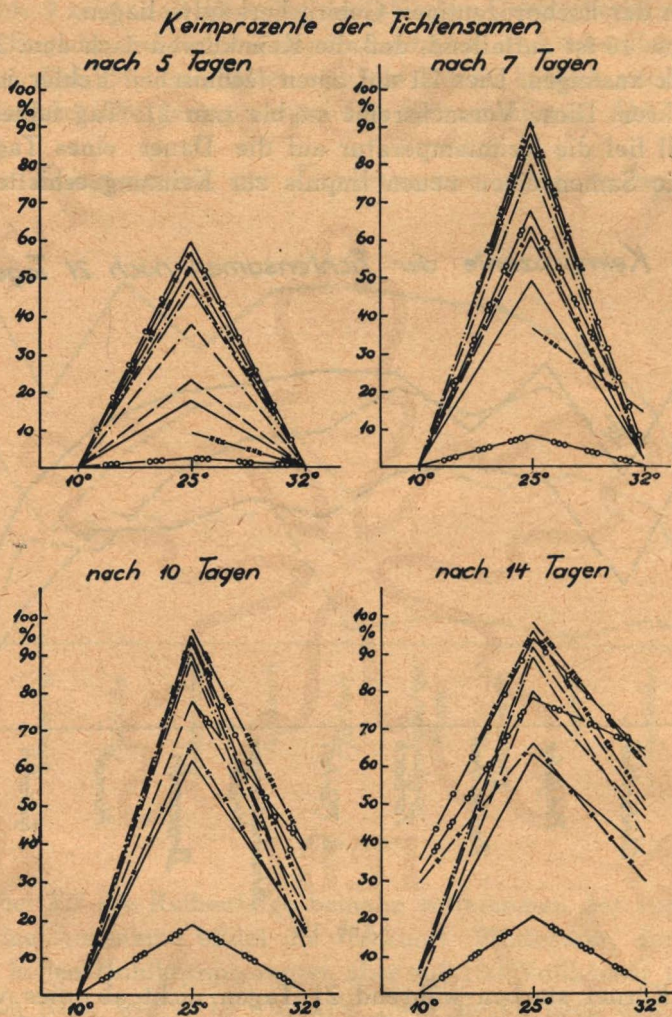


Abb. 13.*)

sacht durch das Hohlkorn. Wie schon gesagt, fehlen bei Garmisch die Keimprozent von 10°. Auf Abb. 12 verschieben sich die Kurven, da die 10°-Kurve mit Ausnahme von Hamar (Norwegen) überall die 32°-Kurve überholt hat. Daß bei Winterthur und Reichenhall die Werte von 10° höher liegen als jene von 25° C, ist auch auf das Hohlkorn zurückzuführen. Abb.

*) Zeichenerklärung auf Abb. 14.

12 scheint die Feststellung von Tsi,²³⁾ daß die Optimumtemperatur der Fichte bei 18° C liege, zu bestätigen. Die Keimprozentage von 10° C liegen auch später höher als bei 32° C (s. Abb. 13 und 14). In 30 Tagen gleichen

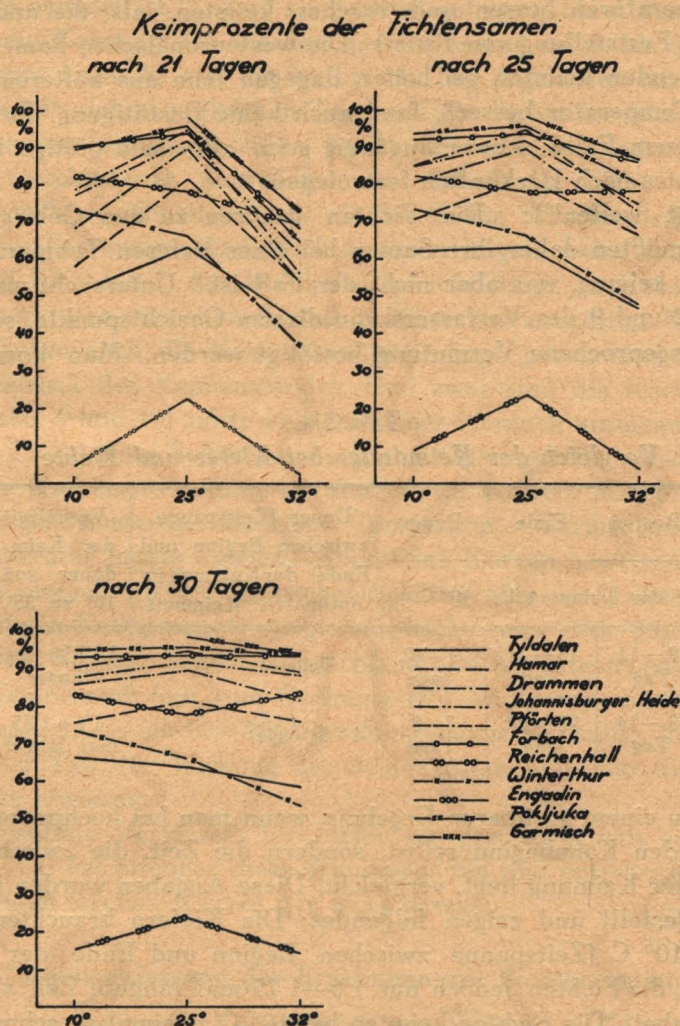


Abb. 14.

sich die Ergebnisse der drei Temperaturen ähnlich wie bei der Kiefer (s. Abb. 6) aus, wobei jedoch bei 32° das infolge Temperaturfalles verursachte Nachholen berücksichtigt werden muß.

In seinem Gesamtvergleich der gemeinen Kiefern und gemeinen Fichten behauptet Tsi wieder,²⁴⁾ daß die Fichtensamen für die Keimung mehr

²³⁻²⁵⁾ Tsi: Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholzsamen verschiedener Standortsrassen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede, 1933. — S. 53.

Wasser benötigen als die Kiefern Samen. Dies ist nach den zahlenmäßigen Angaben des Verfassers gerade umgekehrt! (S. S. 171 u. 247.) Ebenso ist aus den Kurven ersichtlich, daß die hochprozentigen Gebirgsfichten bei allen Temperaturen besser und rascher keimten, als die anderen Herkünfte. Die Feststellung von Tsi:²⁵⁾ „Die westeuropäischen Samen aus wärmeren Gegenden keimten bei hoher, dagegen jene aus kälteren Gegenden bei tiefer Temperatur besser“, fand auch keine Bestätigung. Es wird wohl auch in diesem Falle schwer zugänglich sein, allgemein gültige Regeln des Keimverlaufes nach Herkunft festzulegen.

Tsi sagt weiter²⁶⁾: „Die Fichten gehören zu den Gebirgsholzarten. Eigentlich müßten daher ihre Samen bei einer tieferen Temperatur besser als Kiefern keimen, was aber nicht der Fall ist.“ Untersucht man die Abbildungen 2 und 9 des Verfassers von diesem Gesichtspunkte, so kann die von Tsi ausgesprochene Vermutung bestätigt werden. Man kommt jedoch

Tab. 5/a.
Vergleich der Keimdauer bei Kiefer und Fichte.

Holzart	Beginn	Ende	Dauer	Dauer (Zeitspanne zwischen Beginn und Ende) der Keimung im optimalen Keimbett	Verhältnis der Keimdauer von 10° zu 25°.	Anmerkung
	der Keimung bei 10° C.					
Kiefern (> 90%)	9.—11. Tag	18.—21. Tag	9—10 Tage	3 Tage	3—3½ mal länger	S. Abb. 2 u. 1
Fichten (> 90%)	13.—14. Tag	20.—22. Tag	7—8 Tage	4—5 Tage	1'6—1'75 mal länger	S. Abb. 9 u. 8

nur dann zu einem greifbaren Ergebnis, wenn man bei hochprozentigen Samen nicht den Keimbeginn selbst, sondern die Zeit, die zwischen Beginn und Ende der Keimung liegt, vergleicht. Diese Angaben wurden in Tab. 5/a zusammengestellt und zeigen folgendes: Die Kiefern brauchten zur Keimung bei 10° C (Zeitspanne zwischen Beginn und Ende der Keimung) 3—3½-mal, die Fichten jedoch nur 1'6—1'75-mal längere Zeit als im optimalen Keimbett. Die Fichten keimten bei 10° C zweimal so schnell, als die Kiefern, wie aus dem steilen Ansteigen der Kurven auch ersichtlich ist.

Wenn man vom späteren Keimbeginn der Fichte absieht, kann man aus den Keimkurven und Tab. 5/a feststellen, daß die Fichten nur bei tiefer Temperatur schneller keimen wie die Kiefern. Bei 25° und 32° C dauerte der Keimverlauf der Kiefern kürzer als jener der Fichten. Die Voraussetzung dieses Vergleiches der Keimschnelligkeit ist wieder der gleiche

²⁶⁾ Tsi: Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholzsamen verschiedener Standortsassen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede, 1933. — S. 57.

Samenzustand der Arten. Man kann nur gleichalte Samen vergleichen. Zieht man gealterte Samen zum Vergleich heran, so kommt man wie *Tsi* zu einem falschen Resultat. Ein Kiefern Samen, dessen Keimung bei 25° erst am 10. Tag beendet ist,*) darf als gealtert gelten. Abb. 1 des Verfassers zeigt, daß die Keimung des frischen Kiefern Samens am 5. bis 6., jene des Fichtensamens (Abb. 8) erst am 10. bis 11. Tag abgelaufen ist. Die Kiefer erreicht bei 25° nicht am gleichen Tage wie die Fichte ihr höchstes Keimprozent, sondern bedeutend früher. Es ist auf der Hand liegend, daß beim Vergleich verschiedener Jahrgänge und Arten, die Fichte — wie es bei *Tsi* geschah — schneller keimt als die Kiefer. Abschließend kann gesagt werden: Die untersuchten Fichtensamen zeigen, wenn man bei Winterthur und Reichenhall das Hohlkorn berücksichtigt, im Keimverlauf bei allen Temperaturen einwandfrei, daß je höher das endgültige Keimprozent ist, desto höher auch die Keimschnelligkeit liegt, geben also einen ganz klaren Ausdruck des Keimzustandes. Und zwar sind die Kurven bei 10° und 32° (Abb. 9 und 10) noch weit deutlicher hiernach auseinandergezogen als bei 25°. *Tsi* ist einer Selbsttäuschung zum Opfer gefallen, wenn er meint, aus seinen Kurven etwas anderes ableiten zu können. Er spricht davon, daß Kaltgegend Samen bei niedriger Temperatur, Warmgegend Samen bei hoher Temperatur besser keimen. Aber seine Kurven beweisen aufs deutlichste, daß einfach nur die Keimschnelligkeit größer wird, wenn der Wert des endgültigen Keimprozents steigt (vergleiche seine Abb. 35). Und zwar wird dann ein 90%iger Samen (Deutschland und Karpathen) natürlich auch bei einer Temperatur fern vom Optimum (8°) weniger in der Keimschnelligkeit verzögert, als ein 60—70%iger Samen (aus Rußland). Das ist aber geradezu der Typ der Wirkung des Samenzustandes. Über die Rasse ist damit nichts erwiesen.

Die Resultate Verfassers für Fichte entsprechen damit genau denen für Kiefer. *Tsi* hat offenbar diese grundlegenden und entscheidenden Faktoren in seinen eigenen Kurven gar nicht gesehen.

Zusammenfassung der Ergebnisse mit Fichtensamen.

1. Der vergleichende Keimversuch mit Fichten ergab mit Sicherheit keine Unterschiede der Keimung, die auf erbliche Rasseigenschaften hinweisen.
2. Der Keimverlauf der Fichte ist bei gleichen Versuchsbedingungen — ähnlich der Kiefer — auch vom Samenzustand abhängig.
3. Eine einwandfreie Unterscheidung der Warm- und Kaltgegendherkünfte nach dem Keimverlauf war nicht möglich.
4. Hochprozentige Fichtensamen haben bei 25° — auch wenn man

*) L. c. S. 60.

vom späteren Keimbeginn absieht — eine geringere Keimschnelligkeit als hochprozentige Kiefern Samen. Eine Ausnahme bildet die Temperaturstufe von 10°, bei der die Fichte schneller keimt, als die Kiefer.

5. Es lassen sich jeweils nur hochprozentige Samen vergleichen, bei anderen würde der Samenzustand das Bild trüben.

Lichtversuche.

Die umfangreiche Literatur über Lichtversuche, die bis zum Jahre 1788 (*Ingenhousz*) zurückzuverfolgen ist, weist wenig Arbeiten von forstlichem Interesse auf. Erst *Haack* (1906)²⁷⁾ hatte sich mit der Einwirkung des Sonnenlichtes und künstlicher Lichtquellen auf den Keimverlauf verschiedener Koniferensamen beschäftigt und ist zu beachtenswerten Ergebnissen gelangt. Er konnte den keimfördernden Einfluß einer Lichtquelle geringer Lichtintensität (Petroleumlampe mit $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ HK), sowie die Wirkung des Auerlichtes bei verschiedenen Wellenlängen studieren. Er fand das beste Keimergebnis im vollen, hellen Licht, sowie unter der Einwirkung langwelliger Lichtstrahlen. Der Kiefern Samen wurde stärker beeinflusst als der Fichtensamen. *Haack* untersuchte den Lichteinfluß bei verschiedenen Temperaturen (17—33° C) und konnte feststellen, daß „das Fehlen oder Vorhandensein der Lichtwirkung die Keimungsergebnisse stärker beeinflusste, als eine mehrere Grade betragende Verschiedenheit der Keimungstemperatur²⁸⁾“. Diese Ergebnisse wurden durch eine spätere Arbeit²⁹⁾ bestätigt und durch exakte Festlegung der Lichtverhältnisse erweitert. Bei diesen Versuchen kamen elektrische Glühlampen von 5—80 Kerzenstärke zur Anwendung, bei Ausschaltung der thermischen Wirkungen der Glühkörper. Die größte Beleuchtungsstärke betrug 163 Lux, die kleinste $\frac{1}{13}$ Lux. Der Keimverlauf der Kiefer wurde schon durch eine Lichtstärke von 10 Lux optimal beeinflusst, eine Erhöhung der Belichtung brachte keine merkbare Veränderung mit sich. Eine Schädigung wurde bei der größten gebotenen Helligkeit (163 Lux) nicht festgestellt. *Haack* sagt, daß die optimale Stärke der Belichtung nicht so wie die der Wärme auf eine kleine Zone begrenzt sei, und daß die Körner in der Keimprobe wenigstens in einer Helligkeit von 10 Lux liegen sollen.³⁰⁾

Interessant sind die Versuche über die Wirkung der verschieden langen Belichtung, wobei festgestellt wurde, daß die Keimung des Kiefern Samens bei einer Belichtungsdauer von täglich acht Stunden ebenso

²⁷⁾ *Haack*: Über die Keimung und Bewertung des Kiefern Samens nach Keimproben. (Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen, 1906.)

²⁸⁾ L. c. S. 450—451.

²⁹⁾ *Haack*: Die Prüfung des Kiefern Samens. (Zeitschr. für Forst- und Jagdw., 1912.)

³⁰⁾ L. c. S. 282.

schnell und vollkommen vor sich ging, wie bei dauernder Belichtung. Bei der Fichte hatte *Haack* den Eindruck, „als ob eine achtstündige Belichtung die Keimung noch vorteilhafter beeinflusst, als dauernde Helligkeit“. Weiter war der Lichteinfluß nicht auf bestimmte Wärmegrade beschränkt, sondern zeigte sich gleichmäßig bei allen Temperaturstufen.³¹⁾

An dieser Stelle müssen auch die umfangreichen Untersuchungen von *Kinzel*³²⁾ erwähnt werden, die den innigen Zusammenhang von Licht, Frost und der Schalenritzung — als austauschbare Impulse der Keimung — nachweisen konnten.

Die Lichtversuche des Verfassers sollten in erster Linie den Nachweis erbringen, ob mit Lichtquellen hoher Intensität eine Schädigung im Keimbett des Kiefern- und Fichtensamens zu befürchten ist und worauf diese zurückzuführen wäre. Das rassespezifische Verhalten der einzelnen Herkünfte und die Verwertung der Ergebnisse bei der forstlichen Rasseforschung war von besonderem Interesse. Es war unter Umständen nicht ausgeschlossen, daß die Kiefern- und Fichtenrassen unter der Einwirkung hoher Lichtintensitäten im Keimbett ein verschiedenes, für die einzelnen Klimarassen charakteristisches Verhalten an den Tag legen würden. Eine weitere Aufgabe war, für die Verschiedenheiten des Keimverlaufes eine womöglich zahlenmäßig belegte Erklärung zu finden, da die Lichtwirkung von vielen Autoren grundverschieden aufgefaßt wurde. Und dies stellte Verfasser vor die schwierigsten Probleme. Photobiologische Prozesse setzen sich aus vielen Einzelvorgängen physikalischer, chemischer, biologischer und physiologischer Art zusammen, sind daher äußerst schwierig und nur in ihren einzelnen Faktoren (Wellenlänge des Lichtes, Intensität, Absorption, Belichtungsdauer, Temperatur) zu erfassen.³³⁾

Die Lichtversuche werden in drei Abschnitten behandelt:

- I. Untersuchung der Lichtstrahlung.
- II. Wasseraufnahme des Kiefern- und Fichtensamens.
- III. Katalaseuntersuchungen mit belichteten Kiefern- und Fichtensamen als Ausdruck photochemischer Prozesse.

I. Untersuchung der Lichtstrahlung.

Lichtquellen und Versuchsmethoden.

Natürliches Licht (Sonnenlicht und diffuses Tageslicht) kann wegen seiner großen Inkonstanz nicht verwendet werden. Die Versuche von

³¹⁾ L. c. S. 283.

³²⁾ *Kinzel*: Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. (Stuttgart, Ulmer, 1912, 1915, 1920, 1926.)

³³⁾ *Friedrich und Schreiber*: Die methodischen Grundlagen beim Arbeiten mit spektral zerlegtem Licht. (Ergebnisse der medizinischen Strahlenforschung Bd. V. G. Thieme, Leipzig, 1931. S. 547.)

Weber³⁴⁾ zeigen die großen Schwankungen der Helligkeit, die in wenigen Sekunden über 100% betragen kann. Einige Ergebnisse, die täglich zur selben Zeit (12 Uhr) erlangt worden sind, sind sehr aufschlußreich und weisen auf die Notwendigkeit der Anwendung von Lichtquellen konstanter Intensität hin.

9. März 1905	2700 HK
10. „ 1905	42700 HK
11. „ 1905	5000 HK
7. Juli 1905	18400 HK
8. „ 1905	102300 HK

Die künstlichen Lichtquellen sind Temperatur- oder Lumineszenzstrahler. Bei den Temperaturstrahlern entsteht das Licht durch die Umwandlung von Wärme. Dieser Vorgang bedeutet einen großen Verlust an Energie, da nur ein sehr geringer Teil in Licht verwandelt wird. Entsteht Licht anders als durch Erhitzen, hat man es mit Lumineszenzerscheinungen chemischen, elektrischen Ursprungs (Chemilumineszenz- Elektrolumineszenz), oder durch Bestrahlung mit einer anderen Lichtquelle entstandenes Leuchten (Photolumineszenz, Fluoreszenz, Phosphoreszenz) zu tun. Die Temperatur der künstlichen Lichtquellen liegt zwischen 1400 und 4000°, jene der Sonne bei etwa 6000° C.³⁵⁾ Die Grenzen zwischen Temperatur- und Lumineszenzstrahlung lassen sich jedoch nicht exakt ziehen.³⁶⁾ Die sichtbare Lichtstrahlung in % der Gesamtenergie beträgt bei den verwendeten Wolfram-Wendellampen (1500 Watt, 220 Volt) 3,3%, bei der Quecksilberdampflampe etwa 9%. Letztere besitzt von den bekannten künstlichen Lichtquellen den günstigsten Wirkungsgrad.

Zur Erreichung hoher Lichtintensitäten bei möglichster Ausschaltung der Wärmestrahlung wurden elektrische Glühlampen von Osram (Nitraphot-Lampe, Wolfram-Wendellampe) verwendet. Die Nitraphot-Lampe wurde nur bei den Vorversuchen gebraucht, aber wegen der geringeren Lichtstärke und Lebensdauer (etwa 8 Tage bei dauerndem Betrieb) zurückgestellt. Die lange Dauer der Versuche verlangte eine möglichst gleichmäßige Lichtleistung.

Abb. 15 veranschaulicht die spektrale Energieverteilung der Wolfram-Wendellampe (1500 Watt, 220 Volt) bei einer Temperatur von etwa 2800° abs. Das Maximum der Energiekurve liegt im Ultraroten. Mit zunehmender Temperatur gleitet das Maximum bei etwa 4000° ins Sichtbare hin-

³⁴⁾ Lehmann: Beeinflussung der Keimung lichtempfindlicher Samen durch die Temperatur. (Zeitschr. f. Botanik, 1912. S. 497.)

³⁵⁾ A. Berliner und K. Scheel: Physikalisches Handwörterbuch. (Berlin, J. Springer, 1932. S. 712.)

³⁶⁾ W. Friedrich-Schreiber: Die methodischen Grundlagen beim Arbeiten mit spektral zerlegtem Licht. (Ergebnisse der medizinischen Strahlenforschung. Bd. V. G. Thieme, Leipzig, 1931. S. 554.)

über (Wien'sches Verschiebungsgesetz). Die Energiestrahlung der Lampe besteht aus ultravioletter Strahlung, Licht und Wärmestrahlung. Die Ultraviolettmission ist sehr gering und wird schon von der Glashülle des Glühkörpers absorbiert.³⁷⁾

*Spektrale Intensitätsverteilung von
Wolfram-Wendellampen für 2000...3000° abs.*

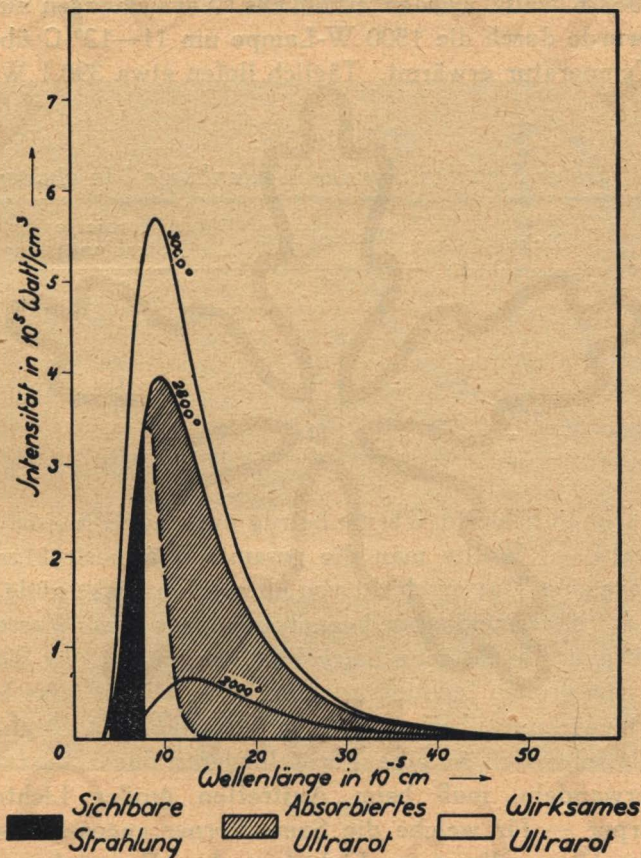


Abb. 15.

Das Sichtbare (in der Abb. schwarz) bildet nur einen kleinen Teil des Spektrums, während die ultrarote Strahlung überwiegend groß ist. Die Wärmestrahlung wurde durch eine mit fließendem Wasser von 2 cm Tiefe arbeitende Küvette zum Großteil absorbiert. Die Absorption der ultra-

³⁷⁾ W. Friedrich—H. Schreiber: Die methodischen Grundlagen beim Arbeiten mit spektral zerlegtem Licht. S. 556.

roten Strahlen wurde nach folgenden Angaben (Tab. 5/b) berechnet und als Näherungskurve gezeichnet.

Der schraffierte Teil des Spektrums veranschaulicht näherungsweise die Größe der absorbierten Wärmestrahlung. Der zwischen dem absorbierten (schraffiert) und sichtbaren (schwarz gezeichnet) Teil des Energiespektrums befindliche Teil der Wärmestrahlung ging durch die Küvette durch und mußte in seinen Wirkungen beobachtet werden. Vom fließenden Wasser der Küvette wurden erhebliche Wärmemengen aufgenommen. Das Wasser wurde durch die 1500 W-Lampe um 11–12° C über seine ursprüngliche Temperatur erwärmt. Täglich liefen etwa 390 l Wasser durch

Tabelle 5/b.

Absorption ultraroter Strahlen von der Wellenlänge λ in einigen Mitteln.³⁸⁾

Dicke der Wasserschicht	Wellenlänge	Absorbierte Strahlung
	λ	%
1 m	0.77	91
1 cm	1.00	35
" "	1.25	71
0.005 cm	1.50	18
" "	1.71	5
" "	1.96	46

die Küvette. Die absorbierte Wärme betrug pro Tag 4290–4680 kcal, oder 0.49–0.54 kcal/s. — Wollte man die gesamte Wärmestrahlung absorbieren lassen, wäre eine Wasserschicht von über 1.0 m Dicke nötig, dies würde aber infolge der unvermeidbaren Verunreinigungen des Wassers bei längerer Versuchsdauer auch einen beträchtlichen Verlust des Sichtbaren mit sich bringen. Bei großen Lichtintensitäten läßt sich die reine Lichtwirkung von der Wärmewirkung überhaupt schwer trennen. Da Strahlungsenergie stets danach strebt, sich in eine Form längerer, nicht kürzerer Wellenlänge zu verwandeln, muß beim Auftreffen großer Lichtmengen auf schwarze Körper — für welche die Samenkörner angesehen werden können — mit der Umwandlung von Licht in andere Energieformen, in erster Linie Wärme gerechnet werden. In der Natur kommt Licht ohne Wärme, mit Ausnahme der Lumineszenzerscheinungen, nicht vor. Das Verhältnis zwischen der sichtbaren und ultraroten Strahlung konnte durch Anwendung der absorbierenden Wasserschicht so gestaltet werden, daß das Energiespektrum der 1500 W-Lampe in diesem Teile jenem des Sonnenspektrums einigermaßen ähnlich ist. Die Wirkung der 1500 W-Lampe ist, wie das Sonnenlicht, als reine Temperaturstrahlung ohne Ultraviolett zu

³⁸⁾ F. Kohlrausch: Praktische Physik, 1935. 17. Aufl. S. 912.

betrachten und kann infolge der hohen und konstanten Lichtintensität naturähnliche Verhältnisse im Keimbette — denen die Samenkörner auch im Freien ausgesetzt sein können — schaffen.

Um den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Keimung verfolgen zu können, wurden die Keimproben mit einer Quarzglas-Quecksilberlampe bestrahlt. Die Quarzglaslampe ist eine Metalllichtbogenlampe mit hoher Lichtintensität und gutem Wirkungsgrad. Der Lampenkörper besteht aus durchsichtigem Quarzglas, das die chemisch und biologisch wirksamen ul-

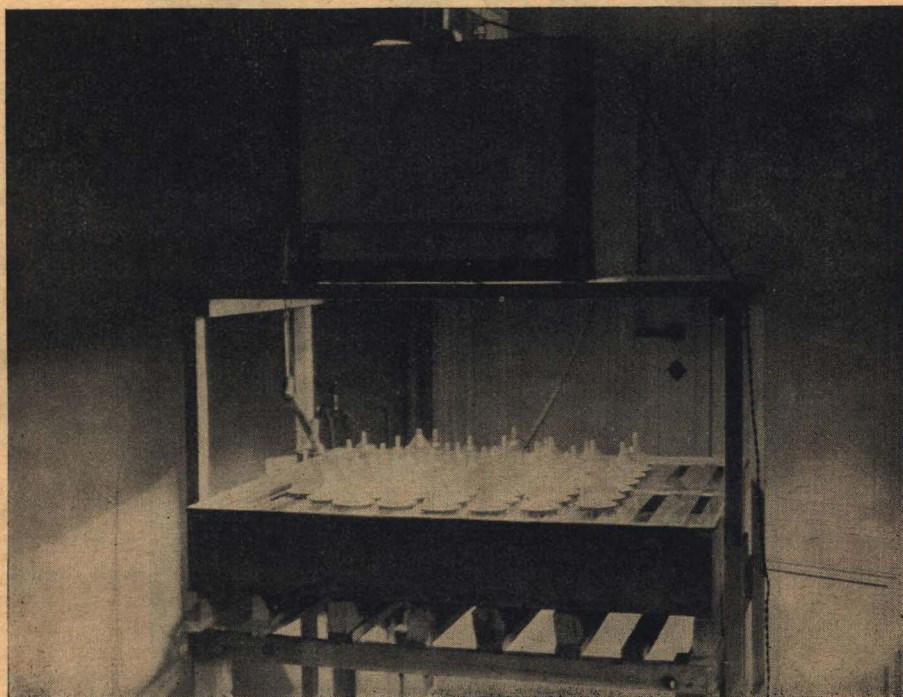


Abb. 16.

travioletten Lichtstrahlen bis zur Wellenlänge von etwa $185\text{ m}\mu$ durchläßt. Gewöhnliches Glas ist nur bis etwa zur Wellenlänge $313\text{ m}\mu$, Uviolglas, das auch zur Herstellung von Quecksilberlampen verwendet wird, bis $250\text{ m}\mu$ durchlässig. Die verwendete Gleichstrom-Hochdrucklampe (geliefert von der Heraeus-Quarzglas G. m. b. H. Hanau a. M.) besitzt einen Längsbrenner mit flüssigen Elektroden. Die Anordnung der Kühler, sowie die um eine senkrechte Achse drehbare Aufhängevorrichtung gestattet bei horizontaler Lage des Brenners eine Bestrahlung nach unten (s. Abb. 17). Die Betriebsdaten sind in Tab. 6 enthalten.

Durch die hohe Strom- und Energiedichte der Entladung entsteht im Bogen auch eine Temperaturstrahlung der Gasmoleküle. *) Außerdem wird die Rohrwandung des Brenners stark erhitzt, wodurch die Wärmestrahlung erhöht wird. Die Temperatur des Lichtbogens beträgt etwa $1700\text{--}1800^\circ\text{C}$, der Dampfdruck im Brenner $1\text{--}1\frac{1}{2}$ Atmosphären.

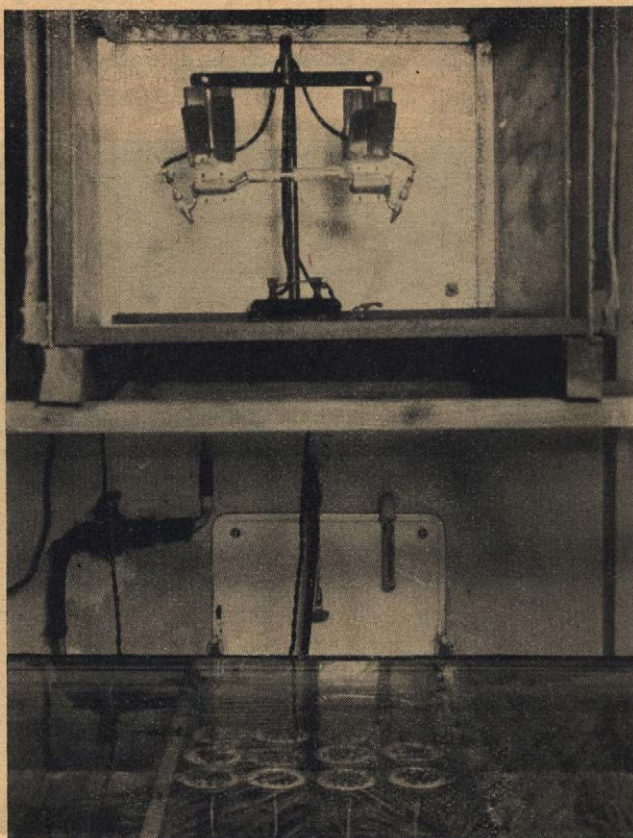


Abb. 17.

Nach längerem Betrieb wird die Lichtausbeute durch die Absorption der Rohrwandung besonders im ultravioletten Teil des Spektrums geringer. Nach 100 Stunden nimmt die Gesamtstrahlung um etwa 35%, die im Ultraviolett um etwa 30% ab. Die emittierte Strahlung liegt zwischen $200\text{--}623\text{ m}\mu$, die ultraviolette Strahlungsenergie ist jener des Sichtbaren annähernd gleich. Die Gesamtwirkung der Quecksilberlampe setzt sich auch aus ultravioletter Strahlung, Licht und Wärme zusammen.

*) W. Friedrich—H. Schreiber: Die methodischen Grundlagen beim Arbeiten mit spektral zerlegtem Licht, S. 565 und ff.

Die Versuchsanordnung der Lichtquellen zeigt Abb. 16 und 17. Die 1500 W-Lampe wurde in einen doppelwandigen Asbestkasten von 50×50 cm Grundfläche gehängt. Der untere Teil des Kastens wird durch die Küvette abgeschlossen, die Zu- und Ableitung des Kühlwassers ist auf dem Bilde gut sichtbar. Das Abstreichen der erwärmten Luft ist nach oben möglich. Eine seitliche Wärmewirkung findet durch die mit einem Luftraum versehenen Doppelwände nicht statt. Der Kasten ist innen mit Aluminiumbronze gestrichen. Dieser Anstrich in Verbindung mit einem großen Blechschirm bietet eine Erhöhung der Lichtwirkung nach unten.

Die Anordnung der Keimglocken im Lichtfeld, sowie ihre Entfernung vom Leuchtkörper benötigte sorgfältige Überlegung. Bringt man eine größere Anzahl Keimglocken unter, erhalten die seitlich befindlichen erheblich weniger Licht, als die in der Mitte des Keimkastens. Ist der Versuch nicht zu umfangreich, kann man an die Lichtquelle näher herangehen, damit erreicht man größere Helligkeiten, da die Beleuchtungsstärke mit dem Quadrat der Entfernung proportional ist. Bei den Vorversuchen betrug die Entfernung (r) 0·5 m, beim Hauptversuch wurde, um eine gleichmäßigere Beleuchtung zu erreichen, die Entfernung mit 0·55 m festgesetzt. Die weniger lichtempfindlichen Kiefernproben kamen in die Mitte des Lichtfeldes, die Fichtensamen wurden kranzartig um die Kiefern herum gestellt. Die Samenproben waren auf mit Fliespapier versehenen Baumwollunterlagen bei einer Saugfadenlänge von 7—8 cm mit dänischen Keimglocken als Verdunstungsschutz angesetzt.

Die Quecksilberlampe wurde auch in den schon beschriebenen Kasten gestellt, wobei die Küvette wegfiel. Abb. 17 zeigt die eingebaute Lampe bei herabgenommener Kastenvorderwand. Die Entfernung der Samenproben vom Brenner betrug beim Hauptversuch wegen der starken Wär-

Tab. 6.

Art und Lichtleistung der Lichtquelle	Auf die Flächeneinheit fallende Lichtmenge ($\frac{\text{Lichtstrom}}{4\pi r^2}$) in Lux, wenn $r =$						Anmerkung
	0·5 m	0·55 m	0·60 m	0·70 m	0·75 m	1·0 m	
Nitrphot - Lampe von Osram, 500 W, 11 000 Hlm	3.500	2.900	2.400	1.790	1.450	880	—
Wolfram-Wendellampe von Osram, 1500 W, 34.000 Hlm	10.800	8.800	7.500	5.540	4.500	2.700	—
Quarzglas-Quecksilberlampe, etwa 38.000 Hlm	12.000	10.000	etwa 8.400	6.200	5.500	3.000	Länge des Lichtbogens 12 cm, Stromstärke 3·5 Amp. Klemmenspannung 160 Volt

mestrahlung 0'75 m. Als Verdunstungsschutz diente anstatt der für ultraviolette Strahlung undurchlässigen dänischen Glocken ein aus papierdünnem Cellophan hergestellter Rahmen, der den Keimkasten nach oben passend abschloß. Der 4 cm hohe Cellophanrahmen mit den darunter befindlichen Proben ist auf Abb. 17 gut sichtbar. Mit der Quecksilberlampe wurden noch auf eine Entfernung von 0'5 m Bestrahlungen von Fichten- und Kiefern Samen vorgenommen, ohne Verwendung eines Verdunstungsschutzes. Diese Versuche sind bezüglich der Widerstandsfähigkeit der Samen sehr bemerkenswert und werden noch eingehend besprochen.

In Tab. 6 sind die Beleuchtungsstärken der verwendeten Lichtquellen bei einer Netzspannung von 220 Volt für Entfernungen von 0'5—1'0 m von der Lampe auf rechnerischem Wege ermittelt und zusammengestellt. Zu beachten sind die großen Unterschiede in der Helligkeit bei selbst geringer Änderung der Entfernung.

Vorversuche.

Um für den auf drei Temperaturstufen laufenden Hauptversuch gleiche Bedingungen sichern zu können, mußten einleitend mehrere Versuche mit zum Teil älteren Samen angestellt werden. Die Wirkung starker transoptimaler Lichtquellen auf die Keimung wurde noch nie untersucht. Es mußte daher die Grenze gefunden werden, bei der ein schädigender Einfluß vielleicht zu erreichen war.

Vorversuch 1.

Beim ersten Vorversuch wurden, ähnlich wie auf Abb. 16 abgebildet, zwei Kiefern- und eine Fichtenprobe der dauernden Strahlung einer Nitraphot-Lampe von Osram auf 50 cm Entfernung (3500 Lux) ausgesetzt. Die Raumtemperatur betrug bei allen Vorversuchen 25° C. Zur Kontrolle der etwaigen Wärmewirkung wurde zwischen den Keimglocken ein Normalthermometer gehalten. Bei der Nitraphot-Lampe wurden ständig Tempe-

Tab. 7.

Holzart und Erntejahr	Im diffusen Tageslicht im Keimraum nach				Im starken weißen Licht (3500 Lux) nach			
	7	10	14	21	7	10	14	21
	Tagen				Tagen			
Kiefer Nr. I (1935/36) . . .	92'0	93'7	94'0	94'0	66'0	81'7	84'3	86'0
Kiefer Nr. II (1935/36) . . .	80'3	86'6	89'0	89'0	68'6	83'0	87'0	87'0
Fichte Nr. IV (1935/36) . . .	69'7	93'7	95'3	95'3	5'3	17'0	37'0	84'3

raturen von 27—28° C gemessen, also war die Temperatur im Lichtfelde um 2—3° höher als im Keimraum. Die Keimergebnisse sind in Tab. 7 enthalten, als Mittelwerte von je drei Proben zu 100 Körnern.

Die Temperaturstrahlung verminderte bei der Kiefer Nr. I die Keimschnelligkeit (nach 7 Tagen) um 26%, bei Kiefer II um 11·7%. Das Keimergebnis nach 21 Tagen war bei Nr. I um 8%, bei Nr. II jedoch nur um 2% geringer. Beachtenswert ist die verhältnismäßig geringere Verzögerung des Keimverlaufes der Kiefer II, trotz niedrigerer Keimschnelligkeit im normalen Keimbett.

Die Fichte Nr. IV wurde viel stärker beeinflusst als die Kiefern. Die Keimschnelligkeit ist um 64·4%, das Keimresultat nach 21 Tagen um 11% geringer.

Vorversuch 2.

Da nun die Lichtstärke, die auf den Keimverlauf verzögernd wirkte, gefunden war, wurde, um eine größere Wirkung zu erreichen, zu höheren Lichtgaben gegriffen. Im zweiten Vorversuch wurden 4 Kiefern- und eine Fichtenherkunft auf die Entfernung von 50 cm mit der 1500 W-Lampe beleuchtet. Die Beleuchtungsstärke betrug etwa 10.800 Lux, also das Dreifache des ersten Vorversuches. Mit dem Thermometer wurden zwischen den Keimglocken 31—32° C abgelesen, also 6—7° über der optimalen Keimraumtemperatur. Das fließende Kühlwasser der Kuvette wurde um 11—12° der Zulaufstemperatur (8—14° C) etwa bis zur Höhe der Raumtemperatur erwärmt. Infolge der Wärmestrahlung wurde in den Keimglocken eine große Verdunstung beobachtet. An der Innenwand der Glasglocken trat Wasserkondensation auf. Eine Austrocknung der Samen konnte mit freiem Auge nicht festgestellt werden (siehe weiter unten Zahlen über Wasserverhältnisse). Die Keimprocente enthält Tab. 8.

Die Samenproben wurden 21 Tage lang andauernd belichtet, nach dem Auszählen der Gekeimten kamen sie am 21. Tag ins normale Keimbett (diffuses Tageslicht des Keimraums).

Aus der Tabelle 8 ist die ganz erhebliche Hemmung des Keimverlaufes im weißen Licht ersichtlich. Die Unterschiede in der Keimschnelligkeit am 7. Tage der Kiefern gegenüber den normalgekeimten Proben sind große: Bei Nr. I 63%, Nr. II 69·7%, Nr. V 37·6% und Nr. VI. 54·7%. Das Keimergebnis (nach 21 Tagen) ist bei Nr. I um 41%, bei Nr. II um 57%, bei Nr. V um 16·7% und bei Nr. VI um 39·7% geringer. Am stärksten wurde die Keimschnelligkeit und das Keimergebnis bei der finnischen (Nr. II), am geringsten bei der Berchtesgadener Kiefer (Nr. V) vermindert. Man könnte zu der Annahme kommen, hier eine größere Widerstandskraft als Ausdruck des strahlungsintensiven Gebirgsklimas vor sich zu haben. Die nordische Herkunft Finnland und die Gebirgsherkunft Berchtesgaden schienen

nach dem Kontrollversuch gleichen Zustandes, es mußte aber trotzdem abgewartet werden, ob hier ein Rasseunterschied durch Belichtung zu erhärten war, u. zw. besonders an ganz frischen Samen.

Die Warmgegendherkunft Landstuhl müßte nach den Vorstellungen von Tsi, da ja unter der Wirkung einer Strahlung sich stets auch die Temperatur erhöht, besonders gut gegen Schädigungen dieser Art gesichert sein. Das ist wiederum nicht der Fall.

Die Keimschnelligkeit und auch die Keimkraft des Landstuhler Samens weist gegenüber der finnischen Kiefer äußerst geringe Unterschiede auf (siehe auch Abb. 18). Die Ursache dieses Verhaltens war eine Keimungshemmung des Kiefern Samens Landstuhl, der bei allen Versuchsbe-

Tab.

Holzart, Herkunft und Erntejahr	Im diffusen Tageslicht nach			
	7	10	14	21
	T a g e n			
Kiefer Nr. I (Delecarlien, Schweden, 1935/36)	92·0	93·7	94·0	94·0
Kiefer Nr. II (Tunsula, Finnland, 1935/36)	80·3	86·6	89·0	89·0
Kiefer Nr. V (Berchtesgaden, 1935/36)	76·6	83·0	87·0	89·0
Kiefer Nr. VI (Landstuhl, Standard, 1935/36)	67·3	73·3	73·6	75·3
Fichte Nr. IV (Murchin, Pommern, 1935/36)	69·7	93·7	95·3	95·3

Tab.

Kiefer Nr. VII (Chorin 60 b, 1936/37)	96·6	96·6	96·6	96·6
Kiefer Nr. VIII (Landstuhl, 1936/37)	98·0	98·0	98·0	98·0
Kiefer Nr. IX (Hamar, Norwegen, 1936/37)	90·6	91·3	91·3	91·3
Fichte Nr. X (Pforsten, 1936/37)	69·6	90·6	94·0	95·0

dingungen schlechte Ergebnisse gab (s. S. 168). Brachte man diesen Samen nach 21-tägiger Belichtung ins normale Keimbett, erfolgte ein rasches Aufholen bis zu 91·6% am 30. Tag. Ein Nichterkennen des abnormen Samenzustandes kann also bei der Auswertung der Ergebnisse unangenehme Störungen veranlassen.

Die Fichte keimte bei 10.800 Lux unter dem Einflusse der Temperaturstrahlung überhaupt nicht. Aber die Samenproben wurden ebenso wie jene

der Kiefern in ihrer Keimkraft nach 21 Tagen andauerndem Lichtgenuß überhaupt nicht geschädigt, was die hohe Widerstandsfähigkeit selbst einjähriger Samen zeigt. Kamen die Keimglocken ins normale Keimbett, erfolgte ein schnelles Auskeimen der zurückgebliebenen Körner. Abb. 18 veranschaulicht dies Verhalten der besprochenen Herkunft, wobei auf den gleichen Keimverlauf der Kiefern II und VI nochmals hingewiesen wird. Der Verlauf der Kurven läßt genau erkennen, daß die Keimung in erster Linie vom Gesundheitszustand des Samens und nicht von erblichen Eigenschaften der Klimarassen abhängt.

Nr. 8.

Im weißen Licht (10.800 Lux) nach					Im weißen Licht unter CuSO_4 -Küvette, nach				Täglich 8 Stunden mit Quecksilberlampe bestrahlt, nach						
7	10	14	21	30	7	10	14	21	7	10	14	21	30	35	
T a g e n															
29'0	47'5	51'0	53'0	95'5	80'0	87'0	88'3	89'0	37'0	51'0	55'0	57'6	83'3	88'6	
10'6	21'6	29'0	32'0	89'0	66'0	79'0	80'6	83'0	21'3	29'6	43'3	46'3	84'3	89'6	
39'0	53'3	66'6	72'3	96'0	56'0	79'0	86'3	88'3	49'6	53'0	55'3	60'0	81'6	83'3	
12'6	21'3	27'6	35'6	91'6	69'3	80'6	82'6	83'0	34'3	43'3	49'6	51'3	72'0	76'6	
—	—	—	—	92'6	46'3	81'3	88'0	93'3	1'0	14'0	55'0	84'6	96'0	96'0	

Nr. 9.

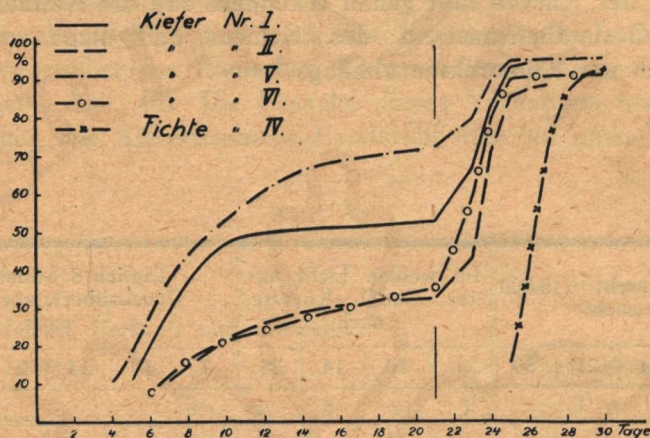
										Bei dauernder Belichtung mit der Quecksilberlampe nach					
										7	10	14	21	30	35
										T a g e n					
61'3	66'3	81'6	90'3	94'3	97'5	98'5	98'5	98'5	—	—	1'3	96'3	97'0	—	
78'3	86'0	93'0	98'6	99'0	97'5	98'3	98'3	98'3	—	—	1'3	96'0	96'3	—	
54'0	66'3	72'6	81'0	87'6	90'5	90'5	90'5	90'5	—	—	1'0	83'5	84'0	—	
—	0'3	1'6	11'3	82'7	71'0	89'0	92'0	92'0	—	—	—	—	84'0	88'7	

Vorversuch 3.

Um die ultrarote Strahlung — von der die Luft rings der Keimglocken höher erwärmt wurde, als das Kühlwasser der Küvette — auszuschalten, wurden bei einem Versuch dieselben Samen unter einer zweiten Küvette angesetzt. Diese Küvette war mit einer 3'5%igen Kupfersulfatlösung in 3 cm dicker Schicht gefüllt und befand sich etwa 10 cm oberhalb der Keimglocken. Die Absorption dieser Lösung reicht von der langwelligen Seite

bis in das Rot des Sichtbaren hinein.*) Während jetzt zwischen den Keimglocken stets die optimale Temperatur des Raumes (25°) gemessen wurde, erwärmte sich die Lösung auf 30—31° C. Außerdem erfolgte auch eine Verminderung der Beleuchtung durch Refle-

Wirkung des weissen Lichtes (10800 Lux).



Wirkung der Quecksilberdampf Lampe.

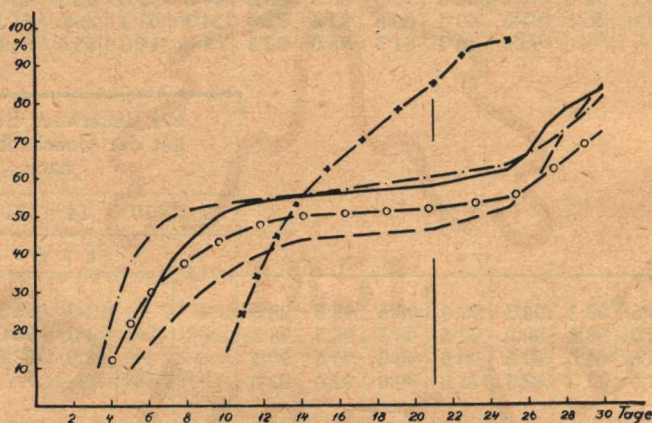


Abb. 18 und 19.

xion und Absorption, die jedoch mangels geeigneter Apparatur nicht ermittelt werden konnte. Es wird nur erwähnt, daß bei einmaligem senkrechten Durchtritt sichtbaren Lichtes durch die Trennungsfläche Luft/Glas ein Energieverlust von etwa 4% infolge Reflexion stattfindet.**)

*) W. Friedrich—H. Schreiber: Die methodischen Grundlagen beim Arbeiten mit spektral zerlegtem Licht. S. 593.

**) L. c. S. 586.

Der Keimverlauf bei Kiefern und Fichte ergab unter der Kupfersulfatküvette eine geringere Verzögerung der Keimschnelligkeit und eine annähernd gleiche Keimkraft gegenüber dem normalen Keimbett. Die Kiefer Landstuhl erreichte wieder ein höheres Keimprozent. Bei gealterten Samen muß immer mit einer größeren Schwankung gerechnet werden, daher ist die Keimkraft der Kiefern I und II jener im diffusen Tageslicht gleichzustellen (s. Tab. 8).

Auf Grund dieser Ergebnisse ist vorauszusehen, daß bei Verwendung eines nur für das Ultrarote undurchlässigen Filters, eine Verzögerung des Keimverlaufes — der durch die Wärmewirkung des roten Spektralbereichs verursacht wird — bei hohen Lichtintensitäten zu erwarten ist.

Vorversuch 4.

Das Verhalten der Samen wurde auch bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht untersucht. Dieselben Herkünfte wurden täglich 8 Stunden der Wirkung einer Quecksilberlampe auf eine Entfernung von 50 cm vom Brenner, ohne Verdunstungsschutz ausgesetzt. Nach Ablauf der 8 Stunden wurden die Proben wieder mit den dänischen Glocken versehen und in den normalbelichteten Keimraum gebracht. Nach diesem Verfahren wurden die Samen 21 Tage lang behandelt, kamen dann ins diffuse Tageslicht. Die Keimergebnisse zeigt Tab. 8.

Die Keimschnelligkeit weist viel geringere Unterschiede auf als bei der Belichtung mit 10.800 Lux (Vorversuch 2), ebenso die Keimkraft. Gegenüber den optimalen Ergebnissen ist die Keimschnelligkeit am 7. Tage bei der Kiefer Nr. II — die am stärksten gehemmt wurde — um 59%, bei Nr. V um 27%, die Keimkraft (am 21. Tag) bei Nr. II um 42·7%, bei Nr. V um 29% geringer. Die Fichte (Nr. IV) keimte langsamer als im optimalen Keimbett. Die Differenz der Keimschnelligkeit betrug 68·7%, jene der Keimkraft jedoch nur 10·7% — verhielt sich also besser, als die Kiefern. Die Keimergebnisse nach dem 21. Keimtag zeigen jedoch ein viel langsames Aufholen der ungekeimten Körner, das bis zum 35. Tag verfolgt wurde. Es kann auch in diesem Falle eine Dauerschädigung mit Bestimmtheit nicht festgestellt werden.

Wie schon auf Seite 198 gesagt wurde, tritt bei den Quecksilberlampen auch eine Wärmestrahlung auf. Das zwischen die Keimproben gelegte Thermometer zeigte Temperaturen von 33—35° C, wobei die geringe Schwankung auf die Wärmeunterschiede des Keimraumes zurückzuführen ist. Die biologisch wirksame ultraviolette und die Wärmestrahlung konnte bei achtstündiger Belichtung die Samen in ihrer Keimkraft endgültig nicht schädigen. Die Wurzeln der Keimlinge wurden jedoch in den meisten Fällen verbrannt. Es setzte also nach der Keimung eine in der Keimung selbst nicht zum Ausdruck kommende Schädigung ein.

Der Keimverlauf der Herkünfte ist in Abb. 19 gezeichnet. Gegenüber der Abb. 18 ist das Bild viel ausgeglichener, die Reihenfolge der Kurven mit Ausnahme von Landstuhl blieb dieselbe. Bemerkenswert ist das langsame Aufholen nach dem 21. Tag, sowie das raschere Keimen der Fichte, trotz des späteren Keimbeginns.

Vorversuch 5.

Nachdem 4 Vorversuche mit einjährigen Samen gemacht wurden, kam es zu einer Wiederholung derselben mit frischgedarrten Proben. Drei Kiefern und eine Fichtenherkunft wurde bei ähnlicher Versuchsanordnung wie bei Vorversuch 2 mit 10.800 Lux dauernd belichtet. Die Keimprozente sind in Tab. 9 zusammengefaßt.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse zeigt viel geringere Unterschiede in der Keimschnelligkeit und in der Keimkraft, als bei den einjährigen Samen des zweiten Vorversuches. Die kleinste Hemmung erlitt nach 7 Tagen der Kiefern Samen Landstuhl (Nr. VIII) mit 19·7%, die größte Nr. IX mit 36·6%. Vergleicht man diese Zahlen mit jenen von Nr. II (69·7%) und Nr. V (37·6%), erkennt man die unübersehbaren Schwierigkeiten einer vergleichenden Keimprüfung mit Samen verschiedenen Alters und Zustandes. In der Keimkraft sind die Unterschiede auch gering: Bei Nr. VII 6·3%, bei Nr. IX 10·3%, während Nr. VIII dasselbe Keimprozent erreicht hat, als im optimalen Keimbett. Dem gegenüber ist die Differenz bei Nr. II 57%, bei Nr. V 16·7%! Nach 21 Tagen ins diffuse Tageslicht gebracht, holten die Kiefern noch etwas auf.

Von den 3 Kiefern wurde Nr. VII und VIII in Eberswalde gedarrt und entflügelt, Nr. IX wurde zugesandt. Die auffälligen Unterschiede im Keimverlauf der 3 gleichalten Herkünfte können leicht erklärt werden. Nr. VII wies in der Bestandensernte ganz kohlschwarze Körner auf, die hellen waren hohl. Im Lichtversuch traten Verschiedenheiten in der Wasseraufnahme gegenüber Nr. VIII auf, da bei dunklen Samen die Wasseraufnahme langsamer erfolgt (s. Wasseraufnahme verschiedengefärbter Samen S. 234), dies wirkt auf den Keimverlauf bestimmend ein. Die Samen von Nr. IX waren zu stark entflügelt, ergaben viele Verkehrtkeimer und waren im Lichtversuch sehr anfällig; darum auch die geringeren Keimprozente.

Während die einjährige Fichte Nr. IV im weißen Licht überhaupt nicht keimte, brachte es der frische Samen Nr. X doch auf 11·3%, dann holte er im normalen Keimbett auf.

Vorversuch 6.

Gleichlaufend mit dem Vorversuch 3, wurde die Keimung der Herkünfte VII—X unter der Kupfersulfatküvette geprüft. Wie aus Tab. 9 er-

sichtlich, ist im Keimverlauf der Proben gegenüber dem Optimum kein wesentlicher Unterschied zu finden. Die Versuchsdaten zeigen jedoch in den ersten Keimtagen eine allgemeine Tendenz zur Verzögerung, die am 7. Keimtag schon ausgeglichen ist. Die Annahme über das Verhalten der Samen bei der Einwirkung hoher Lichtintensitäten und Fernhaltung der ultraroten Strahlung (S. 205) scheint sich auch bei frischen, keimkräftigen Samen zu bestätigen.

Vorversuch 7.

Während beim Vorversuch 4 die Proben täglich einer achtstündigen Bestrahlung mit der Quecksilberlampe ausgesetzt waren, wurden um möglichst eine dauernde Schädigung der Keimkraft zu erreichen, die in Tab. 9 beschriebenen Herkünfte einer andauernden Belichtung unterworfen. Die Kiefern wurden 14, die Fichte 21 Tage lang ohne jeden Verdunstungsschutz auf 50 cm Entfernung vom Brenner bestrahlt. Die kürzere Versuchsdauer der Kiefern wurde wegen der beschränkten Raumverhältnisse gewählt. Die Keimergebnisse bieten interessante Zahlen. Bis zum 14. Keimtag keimten 1—1.3% der Kiefern, dann kamen die Proben mit dänischen Glocken versehen ins normale Keimbett (bei 25° C), wo sie bis zum 21. Tag praktisch genommen voll auskeimten.

Die Fichte wurde 21 Tage lang belichtet. Am 21. Tag ins diffuse Tageslicht gebracht, keimte sie vollkommen aus.

Die starke, andauernde Beanspruchung der Kiefern- und Fichtensamen durch eine wirksame Ultraviolett-, Licht- und Wärmestrahlung — wie sie in der Natur schon wegen dem Wechsel von Tag und Nacht nicht vorkommt — zeigt die große Widerstandskraft dieser Arten. Dieses Verhalten der Samen berechtigt zu der Annahme, daß die Samenschale für das biologisch wirksame Ultraviolett undurchlässig ist. Die in dieser Richtung ausgeführten umfangreichen Katalaseuntersuchungen des Verfassers erbrachten den vollen Beweis dieser Annahme.

Vorversuch 8.

Weiter wurde bei der Belichtung mit der Quecksilberlampe (ohne Verdunstungsschutz) berücksichtigt, daß die Verzögerung, bzw. Hemmung des Keimverlaufes auf die austrocknende Wirkung der intensiven Wärmestrahlung zurückzuführen ist. Darum wurden die im Quarzlicht untersuchten Herkünfte parallel bei 32° C Raumtemperatur und diffusem Tageslicht, ohne Keimglocken angesetzt. Die Proben waren 21 Tage ohne Verdunstungsschutz, wurden nachher mit dänischen Glocken versehen. Die Keimergebnisse sind in Tab. 10 enthalten.

Man sieht, daß bei der Keimung ohne dänischen Glocken infolge zu

starker Verdunstung die Keimprozentage sehr gering sind; bei den Kiefern 2—9·7% nach 21 Tagen, die Fichte keimte überhaupt nicht. Mit Keimglocken versehen ging die Keimung ähnlich wie beim Vorversuch 7 (nach 14, bzw. 21 Tagen) sehr rasch vor sich. Es kam selbst bei 32° C innerhalb 21 Tagen zu keinem Verfall der frischen Samenproben. Eine Ausnahme bildet die Kiefer Nr. IX, bei der wohl wegen der schon erwähnten zu starken Entflügelung die Keimprozentage niedriger liegen. Die Fichte keimte bei 32° sehr langsam, die Keimung war nach 30 Tagen bei der Keimung ohne Keimglocken noch nicht abgeschlossen, darum der ziemliche Unterschied im Keimergebnis (8·6%). Die Gegenüberstellung der Ergebnisse des Vorversuches 7 und 8 erklärt das Verhalten der Samenproben im Lichtfelde der Quecksilberlampe. Da die ultraviolette Strahlung während der Keimung selbst keinen schädigenden Einfluß ausübte, bleibt als letzter Faktor die austrocknende Wirkung der Temperaturstrahlung. Der Keimverlauf der Samenproben ist bei beiden Versuchen ganz ähnlich.

Die Keimungshemmung beim Versuch 7 wurde also durch die zu große Verdunstung, nicht durch die ultraviolette Strahlung verursacht.

Tab. 10.

Holzart, Herkunft und Erntejahr	Im diffusen Tageslicht mit Keimglocken nach					Im diffusen Tageslicht ohne Keimglocken nach				
	7	10	14	21	30	7	10	14	21	30
	T a g e n									
Kiefer VII (Chorin 60b, 1936/37)	94·0	94·0	94·0	94·0	94·0	1·7	1·7	2·0	2·0	94·0
Kiefer VIII (Landstuhl, 1936/37)	95·3	95·7	96·0	96·3	96·3	3·7	5·3	7·3	9·7	95·3
Kiefer IX (Hamar, Norwegen 1936/37)	88·3	88·7	89·7	89·7	89·7	2·0	4·0	4·7	5·7	87·3
Fichte X (Pforfen, 1936/37)	0·7	17·3	40·0	55·7	89·3	—	—	—	—	80·7

Hauptversuch.

Nach den Erfahrungen der umfangreichen Vorarbeiten wurde der Hauptversuch in Gang gesetzt. Weil eine größere Anzahl von Keimglocken bei einer Entfernung von 50 cm von Leuchtkörper nicht so untergebracht werden konnte, ohne erhebliche Differenzen in der Beleuchtungsstärke in Kauf zu nehmen, mußte die Entfernung etwas vergrößert werden. Damit wurde bei gleichzeitiger Verminderung der Helligkeit auf etwa 8800 Lux eine gleichmäßigere Belichtung des Keimkastens erreicht. Es war vorauszusetzen, daß die keimkräftigen frischen Samen bei Verminderung der

Beleuchtungsstärke, gegenüber den Keimergebnissen bei 10.800 Lux bessere Keimprozente, d. h. eine geringere Verzögerung des Keimverlaufes aufweisen würden. Besonders die Fichte reagierte lebhaft, denn während es bei 10.800 Lux und 25° C zu keiner Keimung kam, keimten bei 8800 Lux und 25° C einige Herkünfte schon zu 40 bis 50%. Die Lichtversuche liefen

Tab. 11.

Temperatur des Keimraumes	Im weißen Licht (8800 Lux)		Im Lichte der Quecksilberlampe (75 cm Entfernung)
	Mit Normalthermometer gemessen	Mit Strahlungsthermometer gemessen	
10°	14°	17°	—
25°	27·7°	30·5°	33°
32°	34·5°	36·6°	—

auf drei Temperaturstufen (10, 25 und 32° C) bei dauernder Belichtung und können die Ergebnisse mit den unbelichteten Versuchsreihen desselben Wärmegrades verglichen werden. Die belichteten Proben kamen nach 21 Tagen ins normale Keimbett (im diffusen Tageslicht) ihrer Wärmestufe und wurden bis zum 30. Keimtag beobachtet. Die Temperaturverhältnisse wurden durch Anwendung eines Strahlungs- und Normalthermometers festgelegt. Beide lagen unter dem Mittelpunkt der Lichtquelle, zwischen den Keimglocken. Die Wärmestrahlung der Quecksilberlampe wurde nur mit dem Strahlungsthermometer gemessen. Das Strahlungsthermometer wurde deshalb gewählt, um für die Wärmeabsorption der dunklen Samenkörner einen Anhalt zu bekommen. Die Temperaturen des Hauptversuches sind in Tab. 11 enthalten und sind Mittelwerte mehrerer Beobachtungen.

Mit dem Strahlungsthermometer wurde bei 10° eine Temperaturerhöhung von 7°, bei 25° eine von 5·5° und bei 32° eine von 4·6° gegenüber der Keimraumtemperatur gemessen.

Die größte Temperaturdifferenz ergab sich im Lichte der Quecksilberlampe (8°), da es nicht möglich war eine Wasserküvette zwischenzuschalten.

Keimergebnisse der Kiefern.

Die Keimprozente der Kiefern im Lichtversuch sind in Tab. 12 zusammengefaßt.

Die Keimkurven der belichteten Herkünfte zeigen allgemein nicht den gleichmäßigen, engen Verlauf, als jene des unbelichteten Versuches. Abb. 20 veranschaulicht den Keimverlauf bei 25° C. Im Einflusse der Tempera-

Tabelle

Keimerggebnisse der Kiefern-
(Ab 21. Keimtag)

Herkunft		Versuchs-Nr.	K e i m -					
			nach 5 Tagen			nach 7 Tagen		
			10°	25°	32°	10°	25°	32°
Tynset	Ost-Norwegen	2	—	20'0	20'3	—	38'7	34'7
Solar	Norwegen	3	—	51'0	25'0	4'3	77'7	39'3
Rudczanny (Ostpr.)	Deutschland	4	5'6	49'6	28'0	20'6	80'0	43'0
Chorin (Kurmark)		5	—	10'6	14'7	0'3	38'7	35'7
Landstuhl (Rheinpfalz)		6	2'3	40'3	27'0	16'0	60'7	38'7
Forbach (Schwarzwald)	Ungarn	7	2'0	64'6	18'7	16'3	82'3	39'3
Lenti		8	0'3	19'0	12'0	2'0	28'7	16'3
Garmisch (Oberbayern)	Deutschland	9	—	22'3	17'3	—	38'0	34'7

*) Wurde nur am Beginn der Keimung 6 Tage

Tabelle

Keimerggebnisse der Fichten-
(Ab 21. Keimtag)

Tyldalen	Norwegen	15	—	0'3	—	—	0'3	—
Hamar		16	—	—	—	—	—	—
Drammen		17	—	0'3	—	—	2'3	—
Johannisburger Heide (Ostpr.)	Deutschland	18	—	0'3	—	—	0'3	—
Pförten (N.-Lausitz)		19	—	—	—	—	—	—
Forbach (Schwarzwald)		20	—	0'3	—	—	7'3	—
Reichenhall (Oberbayern)	Schweiz	21	—	2'0	—	—	18'0	—
Winterthur		22	—	1'0	—	0'3	7'0	—
Engadin		23	—	—	—	—	0'7	—
Pokljuka (Triglav-Gebiet)	Jugoslawien	24	—	1'0	—	—	7'0	—
Garmisch (Oberbayern)	Deutschland	25	—	—	—	—	—	—

turstrahlung treten Unterschiede im Keimbeginn, Keimschnelligkeit und in der Keimkraft der Herkünfte auf. Wie bei Abb. 1 schon besprochen, fallen auch hier die Herkünfte Lenti und Tynset durch die schlechten Ergebnisse auf. Die einwandfreien Proben weisen untereinander auch große Unterschiede auf, die jedoch nicht als der Ausdruck von Rasseeigenschaften aufgefaßt werden können. Die größte Keimschnelligkeit hat die Gebirgskiefer Forbach (82'3%), dann folgt die Kontinentalherkunft Rudczanny (80'0%) und die norwegische Kiefer Solar (77'7%). Eine viel geringere Keimschnelligkeit nach 7 Tagen besitzt Landstuhl (60'7%), dann folgen in einer Gruppe Chorin (38'7%), Tynset (38'7%) und Garmisch (38%). Die kleinste Keimschnelligkeit weist die ausgesprochene Warmgegendrasse Lenti auf (28'7%), die bei diesem Versuch überhaupt am schlechtesten keimte.

Nr. 12.

samen belichtet mit 8800 Lux.
unbelichtet.)

p r o z e n t														
nach 10 Tagen			nach 14 Tagen			nach 21 Tagen			nach 25 Tagen			nach 30 Tagen		
10 ⁰	25 ⁰	32 ⁰	10 ⁰	25 ⁰	32 ⁰	10 ⁰	25 ⁰	32 ⁰	10 ⁰	25 ⁰	32 ⁰	10 ⁰	25 ⁰	32 ⁰
10:3	51:3	49:0	25:7	56:3	52:0	47:3	61:0	53:0	62:0	65:7	57:0	63:7	68:7	62:0
19:0	87:3	53:0	42:7	93:7	60:7	77:7	95:7	67:0	93:7	97:3	73:7	93:7	97:7	90:7
46:0	89:3	57:0	62:3	90:7	63:3	83:7	90:7	67:3	90:7	90:7	76:0	93:0	90:7	88:0
4:3	65:0	48:0	9:0	84:7	60:0	25:7	87:7	64:3	71:3	89:7	74:0	88:3	89:7	83:7
33:7	81:0	51:3	51:0	86:7	58:7	74:3	90:3	63:7	93:7	92:3	71:7	96:3	93:3	88:7
40:0	88:7	50:0	60:0	95:3	60:3	75:3	96:0	67:7	92:3	96:7	74:7	94:0	96:7	84:3
11:7	42:3	22:7	22:7	50:3	27:3	54:7	52:3	29:7	79:7	61:0	33:7	82:7	66:7	47:3
10:3*)	64:7	50:3	45:3*)	82:7	57:3	88:0*)	84:3	66:0	—	87:3	74:7	—	90:0	86:3

lang belichtet. Versuch am 18. Tage abgebrochen.

Nr. 13.

samen belichtet mit 8800 Lux.
unbelichtet.)

—	4:3	—	—	9:7	—	1:0	23:7	—	21:7	56:0	10:7	34:0	63:0	61:7
—	2:3	—	—	7:0	—	2:7	15:7	—	24:3	71:0	29:7	34:0	75:0	72:7
—	7:3	—	—	10:3	—	1:7	17:7	—	22:7	73:3	29:3	37:7	85:7	82:0
—	3:7	—	—	10:0	—	0:7	18:0	—	17:7	78:7	31:0	33:3	86:7	89:0
—	2:0	—	0:3	5:0	—	1:3	6:7	—	21:3	67:3	37:7	44:3	86:0	77:3
0:3	18:7	—	3:3	27:7	—	12:0	39:7	—	42:7	90:3	43:0	70:3	95:0	93:7
0:3	32:0	—	1:0	35:0	—	5:0	40:0	—	24:7	83:0	52:5	46:3	84:0	74:0
2:0	17:0	—	2:0	23:0	—	9:3	32:0	—	32:7	78:0	36:5	59:3	81:0	70:0
—	1:0	—	—	2:3	—	—	2:3	—	2:0	4:0	—	7:0	10:3	14:3
0:3	24:7	—	3:7	33:3	—	12:3	51:0	—	47:0	77:7	57:7	75:3	79:7	87:0
—	0:3	—	—	3:0	—	—	11:3	—	—	74:0	56:0	—	93:3	91:3

Die einwandfreien Herkünfte erreichten in 21 Tagen mit Ausnahme von Garmisch beinahe ihre volle Keimkraft, holten nachdem sie ins normale Keimbett gebracht wurden, nur wenig auf.

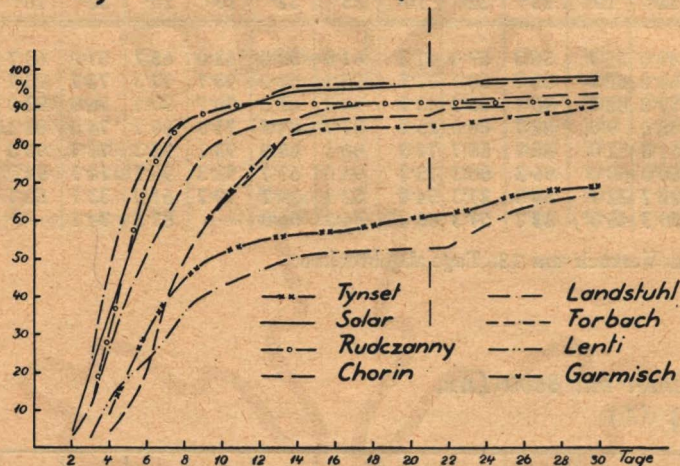
Der Vergleich mit Abb. 1 ergibt ein langsames, unregelmäßigeres Ankeimen, eine erhebliche Verminderung der Keimschnelligkeit, jedoch keine Schädigung der Keimkraft.

Abb. 21 zeigt auch bei 10⁰ keinen regelmäßigen, einheitlichen Verlauf der Keimung. Am besten keimte die Herkunft Rudczanny, dann folgen Forbach, Landstuhl und Solar. Lenti keimte besser als Tynset, während Chorin am stärksten gehemmt wurde. Nach dem 21. Keimtag erfolgte ein schnelles Nachkeimen. — Die Kiefer Garmisch fehlte bei diesem Versuch wegen verspäteter Zusendung.

Zieht man die mittlere Temperatur der Vegetationsperiode in Betracht,

kann ein einheitliches Verhalten der Klimarassen mit Sicherheit nicht festgestellt werden. Die Keimungskurven zeigen sehr deutlich, daß im Lichtversuch selbst ein keimkräftiger Samen (Chorin) stärker gehemmt werden kann als ein Samen nicht einwandfreien Zustandes (Lenti, Tynset). In

Wirkung des weissen Lichtes (8800 Lux) bei 25°C



Wirkung des weissen Lichtes (8800 Lux) bei 10°C.

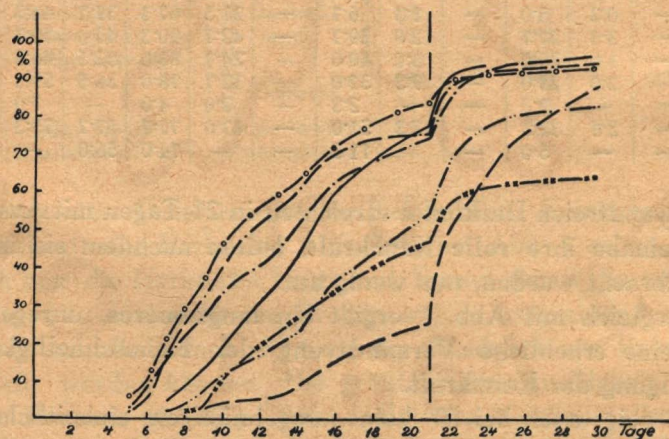


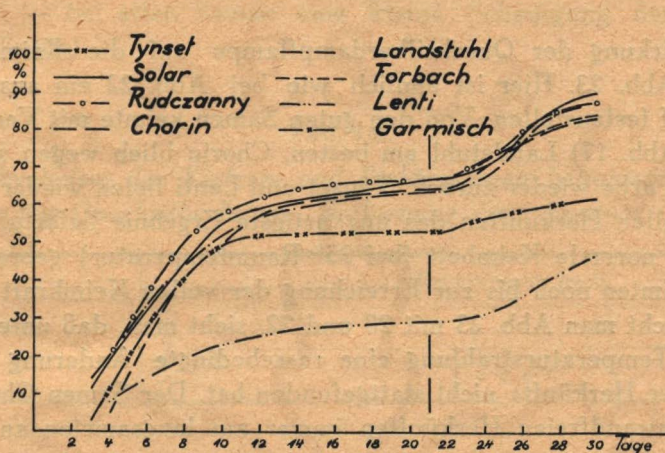
Abb. 20 und 21.

diesem Falle spielte die Farbe der Herkunft Chorin eine ausschlaggebende Rolle.

Vergleicht man Abb. 21 mit Abb. 2, ist bei schnellerem Ankeimen doch ein langsames Abklingen der Keimung — verursacht durch die

Temperaturstrahlung — festzustellen. Der auffallend große Unterschied im Keimverlauf von Lenti und Tynset (Abb. 2) ist im Lichtversuch auf ein geringeres Maß gefallen.

Wirkung des weissen Lichtes (8300 Lux) bei 32°C.



Wirkung der Quecksilberdampflampe.

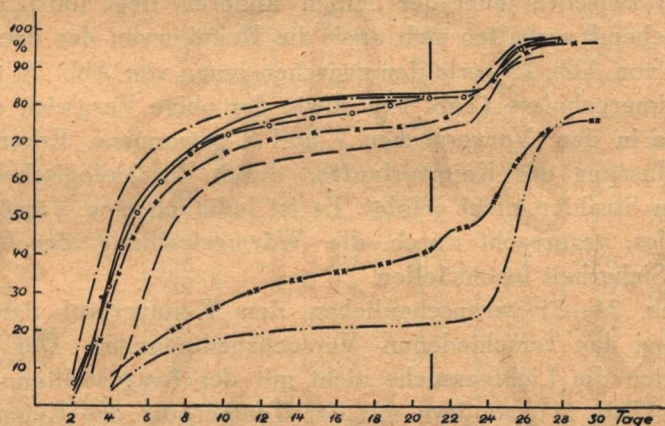


Abb. 22 und 23.

Ein ganz ausgeglichenes Bild und ruhigen Verlauf der Keimkurven veranschaulicht Abb. 22. Bei beinahe gleichem Keimbeginn erfolgt ein praktisch gleichschnelles Keimen, wobei die Differenz in den Keimprozenten die zulässige Schwankung kaum übersteigt. Auffallend ist das schlechte Ergebnis der Herkunft *Lenti*, die als Warmgegendrasse bei hoher Temperatur am stärksten gehemmt, bzw. geschädigt wurde. Grund: Für

den unbefriedigenden Samenzustand ist die erhöhte Anfälligkeit bei der Keimung in überoptimalen Temperaturen charakteristisch.

Der Vergleich von Abb. 22 und Abb. 3 ergibt ein langsames Ankeimen, große Unterschiede in der Keimschnelligkeit und Keimkraft (nach 21 Tagen), sowie eine kaum merkbare Schädigung des Keimergebnisses nach 30 Tagen.

Die Wirkung der Quecksilberdampfampe auf die Keimung veranschaulicht Abb. 23. Hier ist ähnlich wie bei Abb. 22 ein ausgeglichener Keimverlauf festzustellen. Von den guten Samen keimte mit Verdunstungsschutz (s. Abb. 17) Landstuhl am besten, Chorin blieb wegen seiner kohlschwarzen Farbe wieder zurück. Tynset und Lenti fielen wieder aus, wobei Lenti von allen Herkünften das ungünstigste Ergebnis lieferte. Nach dem 21. Tag ins normale Keimbett (bei 25° Raumtemperatur) gebracht, holten die Ungekeimten noch bis zur Erreichung der vollen Keimkraft auf.

Vergleicht man Abb. 23 mit 20 und 22, sieht man, daß unter dem Einflusse der Temperaturstrahlung eine rassebedingte Änderung des Keimverlaufes der Herkünfte nicht stattgefunden hat. Der Samen Chorin keimte von den einwandfreien Herkünften immer am langsamsten an (schwarze Samenschale).

Betrachtet man die Temperaturdaten (Tab. 11), ist zu ersehen, daß die mit dem Strahlungsthermometer gemessene Temperatur des Quarzlichtversuches (33°) zwischen jener der beiden anderen liegt (30·5 und 36·6°). Dementsprechend verhalten sich auch die Keimkurven der drei Versuche. Die Kurven von Abb. 23 verlaufen zwischen jenen von Abb. 20 und 22.

Die Keimergebnisse (Tab. 14), sowie der obige Vergleich der Kurven bestätigt die in den Vorversuchen 7 und 8 gewonnene Erkenntnis, daß eine Beeinflussung des Keimverlaufes, durch die biologisch wirksamen kurzwelligen Strahlen nicht erfolgt. Es ist lediglich eine Verzögerung des Keimverlaufes, verursacht durch die Wärmestrahlung der Quecksilberlampe, mit Sicherheit festzustellen.

Die Abb. 24—31 veranschaulichen den Keimverlauf der einzelnen Herkünfte bei den verschiedenen Versuchsbedingungen. Der Einfachheit wegen wurden die Lichtversuche nicht mit der festgestellten Strahlungstemperatur (Tab. 11), sondern mit der Temperatur des Keimraumes bezeichnet, z. B. 10° L, 25° L, 32° L. Der Quarzlichtversuch erhielt den Buchstaben Q, die im diffusen Tageslicht erlangten Ergebnisse nur die Angabe der Raumtemperatur. Es werden zuerst die Samen gleichen Zustandes, dann die Herkünfte Tynset und Lenti besprochen.

Die norwegische Kiefer Solar (Abb. 24) keimte wie die meisten Herkünfte bei 25° und 32° ohne wesentlichen Unterschied. Bei 10° begann die Keimung erheblich später, erreichte aber das optimale Keimergebnis. Unter den Lichtversuchen war die geringste Verzögerung des Keimver-

laufes (nach 21 Tagen) bei 25° L, die größte bei 32° L anzutreffen (30%), während die Kurve Q einen mittleren Verlauf nahm. Besonders hervorzuheben ist das etwas bessere Ankeimen bei 10° L gegenüber von 10°, sowie das rasche Nachholen der 10° L-Kurve nach 21 Tagen, was bei allen Herkunftsn konstatiert werden kann. Bei 32° L zeigt sich — mit Ausnahme von Tynset — bei allen Samen eine kleine Schädigung der Keimkraft (nach 30 Tagen).

Tab. 14.

Keimerggebnisse der Kiefern- und Fichtensamen, belichtet mit der Quarzglas-Quecksilberlampe. Entfernung vom Brenner 75 cm.

Herkunft	Versuchs- Nr.	Keimprozent nach						
		5	7	10	14	21	25	30
		T a g e n						
K i e f e r n								
Tynset	2	11·7	18·3	26·3	32·7	41·0	60·7	75·7
Solar	3	50·3	63·3	72·7	81·0	83·0	92·3	98·0
Rudczanny	4	46·0	60·3	71·0	75·7	81·7	91·0	96·7
Chorin	5	15·3	46·0	60·7	65·3	71·7	89·0	93·0
Landstuhl	6	60·3	71·3	77·3	81·0	82·3	92·7	98·0
Forbach	7	48·0	63·0	71·7	77·3	81·7	92·3	98·0
Lenti	8	7·3	13·7	17·7	20·3	21·7	37·7	79·7
Garmisch	9	42·3	58·7	66·7	72·0	75·0	89·7	96·7
F i c h t e n								
Tyldalen	15	—	1·3	2·3	4·0	6·7	43·0	66·3
Hamar	16	—	—	0·3	1·7	6·7	54·7	82·7
Drammen	17	—	—	1·3	2·0	5·7	53·3	89·3
Johannisburger Heide	18	—	0·7	0·7	1·3	6·0	65·3	87·0
Pförtlen	19	—	1·0	1·0	1·0	2·3	66·0	92·0
Forbach	20	—	0·7	0·7	1·3	7·0	73·0	94·0
Reichenhall	21	—	1·0	1·0	1·7	6·3	73·7	90·3
Winterthur	22	—	0·3	2·0	4·0	14·0	66·3	74·7
Engadin	23	—	—	—	0·3	0·3	5·7	20·7
Pokljuka (Trig- lav-Gebiet)	24	—	1·0	2·0	2·3	9·7	81·3	92·0
Garmisch	25	—	—	—	0·3	5·0	74·7	97·0

Die Kiefern Rudczanny (Abb. 25), Landstuhl (Abb. 27), Forbach (Abb. 28), verhielten sich ganz ähnlich wie Nr. 3. Das frühere Ankeimen bei 10° L tritt noch deutlicher hervor. Der steilere Verlauf der Quarzlichtkurve bei Landstuhl und Garmisch gegenüber den anderen Lichtkurven deckt auch keine Rasseigenschaften auf, sondern bestätigt wieder die

Ansicht, daß Samen aus klimatisch verschiedenen Herkunftsorten sich im Keimverlauf gleichsinnig verhalten können.

Wie schon erwähnt, lief die Herkunft Garmisch etwas verspätet ein, konnte darum nur 6 Tage bei 10° belichtet werden, weil der Lichtversuch

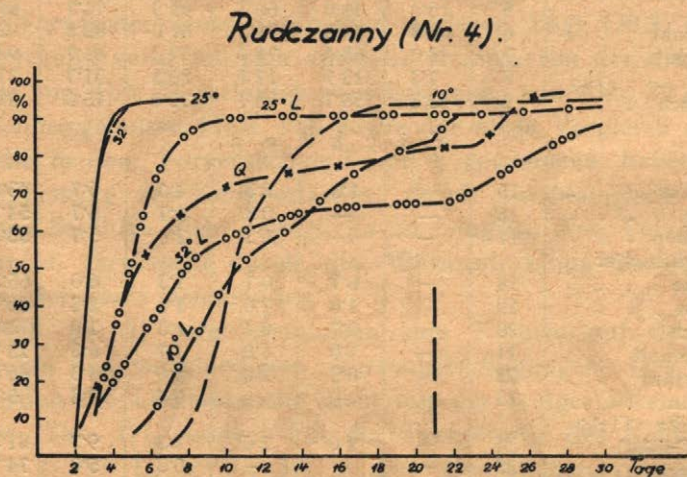
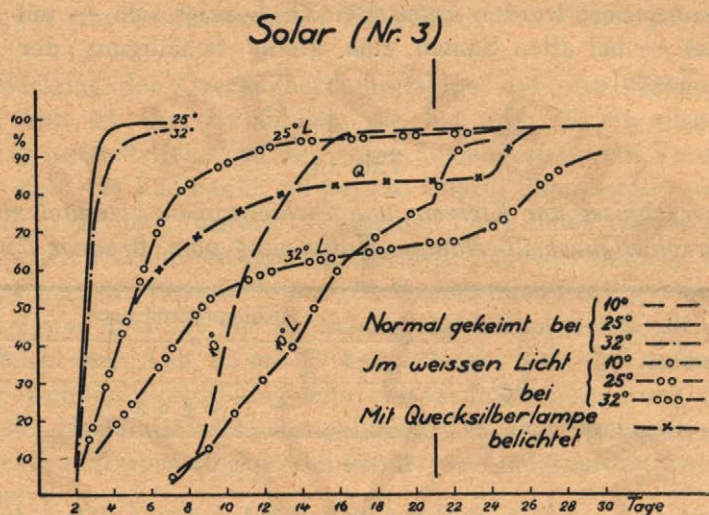


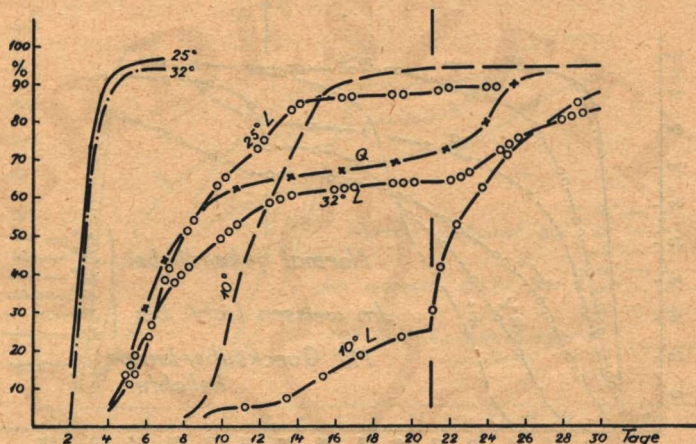
Abb. 24 und 25.

abgebaut wurde. Die Nachwirkung dieser sechstägigen Belichtung zeigt sich in einer Verminderung der Keimschnelligkeit gegenüber dem unbelichteten Samen (Abb. 30); diese 10° L-Kurve darf mit jenen der anderen Herkunft wegen der kurzen Belichtungsdauer nicht verglichen werden.

Die Kiefer Chorin 60b (Abb. 26) zeigte im Lichtversuch von 10° C die

stärkste Hemmung aller Herkünfte überhaupt. Nach 21 Tagen betrug der Unterschied in der Keimkraft 69%, wobei sich alle drei Proben gleichmäßig verhielten. Nach dem 21. Keimtag erfolgte das gewohnte schnelle

Chorin (Nr. 5)



Landstuhl (Nr. 6)

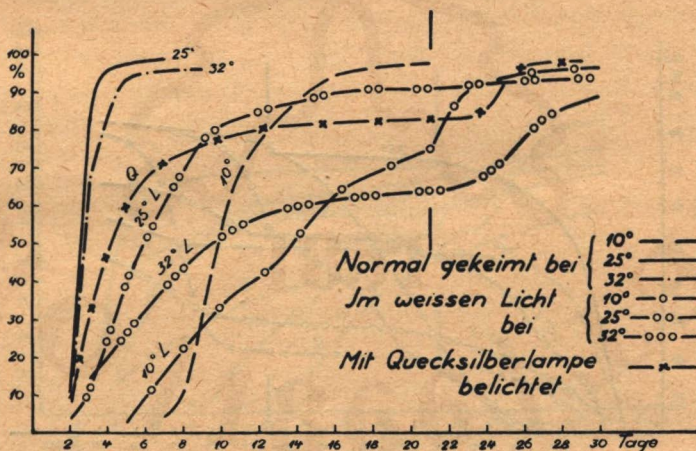
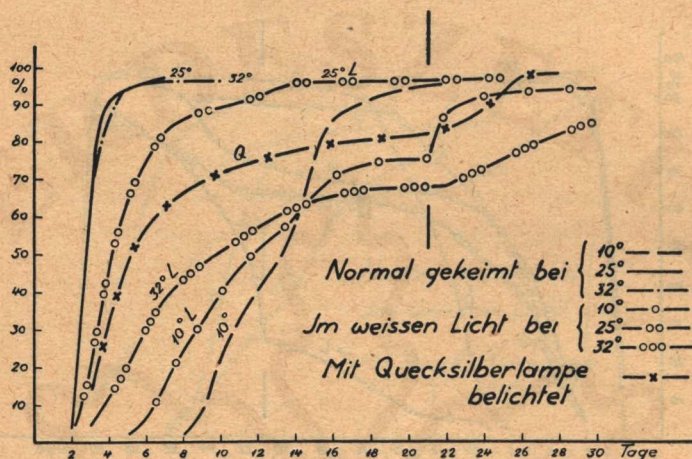


Abb. 26 und 27.

Nachholen. Es ist interessant, daß der ohnehin abnormal dunkelgefärbte Samen nicht bei höherer, sondern gerade bei tiefer Temperatur im größten Maße gehemmt wurde. Es ist ein Zeichen dafür, daß selbst frische, einwandfreie Samenproben sich bei Versuchen abnorm verhalten können. Wollte man aus dem Keimverlauf von 3×100 Körner auf Rasseeigen-

schaften schließen, kämen in diesem Falle irrtümliche Folgerungen zustande. Man sieht wieder die Notwendigkeit bestätigt, selbst bei gleichem Samenzustand die größte Vorsicht bei der Auswertung der Keimergebnisse obwalten zu lassen.

Forbach (Nr. 7).



Lenti (Nr. 8).

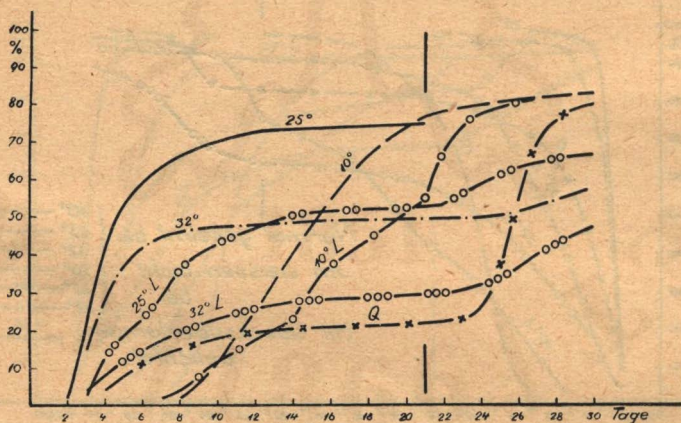
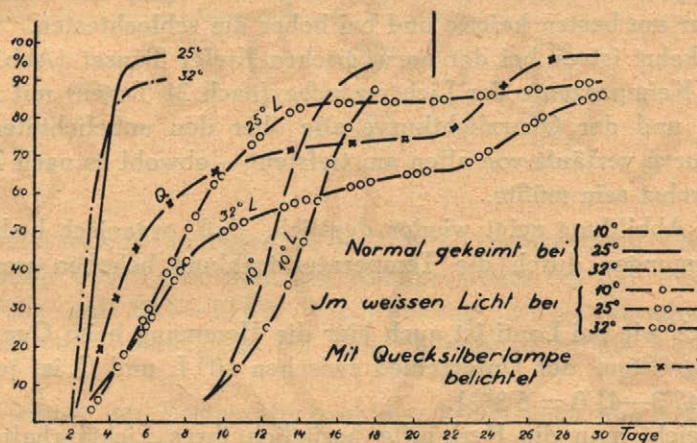


Abb. 28 und 29.

Beim Keimverlauf der Warmgegendrasse Lenti (Abb. 29) sieht man wieder das unregelmäßige Verhalten infolge zweifelhaften Samenzustandes, das nichts mit Rasseeigenschaften gemein hat. Auffallend ist die schon besprochene Schädigung bei 32° C, das bessere Keimergebnis als im optimalen Keimversuch bei 10° C. Auch hier erfolgte bei 10° L ein früheres

Ankeimen. Die Kurve des Quarzlichtversuches liegt am tiefsten, trotzdem die Strahlungstemperatur um $3^{\circ}6'$ C niedriger lag als bei 32° L. Bemerkenswert sind folgende Unterschiede in der Keimkraft (nach 21 Tagen):

Garmisch (Nr. 9).



Tynset (Nr. 2).

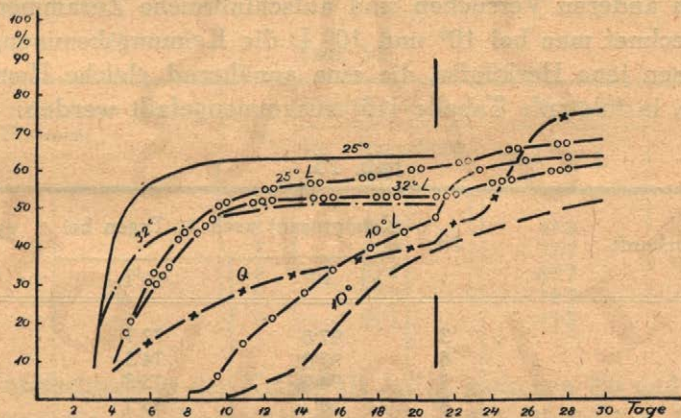


Abb. 30 und 31.

10° und 10° L $76.7 - 54.7 = 22.0\%$,
 25° und 25° L $74.3 - 52.3 = 22.0\%$,
 32° und 32° L $49.3 - 29.7 = 19.6\%$,
 10° L und Q $54.7 - 21.7 = 33.0\%$.

Abgesehen von der letzten Zahl, drücken die drei anderen Werte die

Größe der Keimungshemmung nach 21 Tagen aus. Diese ist bei den drei Lichtversuchen (10^0 L— 32^0 L) praktisch gleich ($19'6$ — $22'0$), obwohl sich die keimfrischen einwandfreien Herkunftse ganz anders verhielten. Diese Warmgegendrasse sollte eigentlich auf hohen Temperaturen besser keimen, bzw. die geringste Hemmung erleiden. Dies ist, wie schon an anderer Stelle gesagt wurde, nicht der Fall. Es zeigt sich sogar, daß Lenti bei tiefer Temperatur am besten keimte und bei hoher am schlechtesten.

Umgekehrt ist es bei der norwegischen Kiefer Tynset (Abb. 31). Hier liegen die Keimprozente der Lichtversuche (nach 21 Tagen) mit Ausnahme von 25^0 L und der Quarzlichtkurve alle über den unbelichteten Werten. Die 10^0 -Kurve verläuft von allen am tiefsten — obwohl es nach Tsi eigentlich umgekehrt sein müßte.

Diese Abbildung zeigt wieder deutlich, daß organisch bedingte Keimungshemmungen durch die Temperaturstrahlung behoben werden können.³⁹⁾

Ähnlich wie bei Lenti ist auch hier die Hemmung beim Quarzlichtversuch am größten, der Unterschied zwischen 10^0 L und Q ist jedoch viel geringer ($47'3$ — $41'0 = 6'3\%$).

Vergleicht man die Herkunftse bezüglich ihres Lichtverhaltens untereinander, kann die geringste Hemmung (nach 21 Tagen) allgemein bei 25^0 L festgestellt werden. Eine Ausnahme bildet Lenti mit einem Unterschied von $21'6\%$.

Bei den anderen Versuchen sind aufschlußreiche Zusammenhänge zu finden. Berechnet man bei 10^0 und 10^0 L die Keimungshemmung nach 21 Tagen, können jene Herkunftse, die eine annähernd gleiche Hemmung erlitten haben, in folgende Tabelle (15) zusammengefaßt werden:

Tab. 15.

Herkunft	Nr.	Keimprozent nach 21 Tagen bei		Differenz %
		10^0	10^0 L	
Solar	3	97'0	77'7	19'3
Landstuhl	6	97'3	74'3	23'0
Forbach	7	94'7	75'3	19'4
Lenti	8	76'7	54'7	22'0

Die von der Temperaturstrahlung verursachten Unterschiede liegen zwischen $19'3$ und 23% (Schwankung $3'7\%$) und zeigen wieder das gleichsinnige Verhalten der Samen — ohne Rücksicht auf ihr Herkunftsgebiet. Bei den übrigen Provenienzen schwanken die Unterschiede, jedoch ohne jede Beziehung zur Herkunft.

³⁹⁾ Siehe auch das Verhalten des Kiefersamens Landstuhl im Vorversuch 2.

Für hohe Keimtemperaturen ergibt sich ein ähnliches Ergebnis nach Tab. 16.

Tab. 16.

Herkunft	Nr.	Keimprozent nach 21 Tagen bei		Differenz %
		32°	32°L	
Solar	3	97·0	67·0	30·0
Rudczanny	4	96·0	67·3	28·7
Chorin	5	94·0	64·3	29·7
Landstuhl	6	96·3	63·7	32·6
Forbach	7	96·7	67·7	29·0
Garmisch	9	91·0	66·0	25·0

Die Unterschiede betragen 25·0—32·6% (Schwankung 7·6%). Läßt man Garmisch wegen des niedrigen Keimprozent bei 32° weg, so wird die Differenz auf 28·7—32·6% (Schwankung 3·9%) vermindert. Die Schwankung der Unterschiede bei Tab. 15 und 16 ist als gleich zu betrachten.

Die Wirkung der Temperaturstrahlung bringt auch hier keine erblich bedingten Unterschiede der Herkünfte zum Vorschein.

Bildet man die Unterschiede der Keimkraft (nach 21 Tagen) des Quarzlichtversuches und des Lichtversuches bei 10° (10° L) nach den *absoluten* Zahlenwerten, erhält man Tab. 17.

Tab. 17.

Herkunft	Nr.	Keimprozent nach 21 Tagen		Differenz %
		Im Quarzlicht (Q)	Bei 10° L	
Tynset	2	41·0	47·3	6·3
Solar	3	83·0	77·7	5·3
Rudczanny	4	81·7	83·7	2·0
Landstuhl	6	82·3	74·3	8·0
Forbach	7	81·7	75·3	6·4

Die Unterschiede in der Keimkraft fallen zwischen 2·0 und 8·0%, sind — wenn man die grundverschiedenen Versuchsbedingungen in Betracht zieht — recht gering.

Die mit dem Strahlungsthermometer gemessene Temperatur betrug im Lichtfelde der beiden Versuche bei 10 L 17° C, im Quarzlicht 33° C. Beide Temperaturen liegen 8° C unter, bzw. über der Optimaltemperatur der Kiefer (25°); (25°—17° = 8°; 33°—25° = 8°). Die gleiche Temperaturdifferenz vom Optimum erklärt das gleichsinnige Verhalten der Herkünfte; daher der geringe Unterschied in den Keimprozenten. Nachdem schon der

Nachweis dessen geführt wurde, daß es sich beim Quarzlichtversuch nur um eine einfache Wärmewirkung handelt, sind die Keimprozentage unter sich vergleichbar. Ein direkter Vergleich über- und unteroptimaler Keimergebnisse der Kiefer ist also möglich, wenn die Temperaturdifferenz zum Optimum die gleiche ist. Dies ist gleichzeitig eine Bekräftigung der Ausführungen auf Seite 182 über eine Parallele in den Versuchen von Tsi und jenen des Verfassers.

Auf Seite 219 wurde schon der große Unterschied (33%) der Keimprozentage von Lenti — der von allen Herkünften der beträchtlichste war — bei 10° L und im Quarzlicht erwähnt. Nach Tab. 17 verhielten sich die Kiefersamen ohne Rücksicht auf ihren Herkunftsort ganz gleichsinnig. Wider Erwarten und entgegen der gegenteiligen Feststellungen von Tsi — bezogen auf reine Temperaturwirkung — erlitt dieser Warmgegendsame bei einer Strahlungstemperatur von 33° C die größte Hemmung. Der Unterschied der Keimprozentage trotz gleicher Temperaturdifferenz vom Optimum ist abnorm hoch. Das ist wieder ein sprechender Beweis für das unberechenbare Verhalten geschädigter Samen im Keimbett. Der abnorme Keimverlauf ist eine Folge des kritischen Samenzustandes, nicht der erblichen Eigenschaften der Klimarasse.

Als Abschluß der Lichtversuche wurden noch verschiedene gealterte Samen unbekannten Zustandes und Vorlebens auf 25° normal gekeimt und mit 8800 Lux belichtet, untersucht. Die Samen stammten aus alten Vorräten der Waldsamenprüfungsanstalt und waren in Papiersäckchen an

Tabelle

Herkunft	Ernte- jahr	Normal			
		Keimpro-			
		T a -			
		5	7	10	14
Chorin	1930/31	1·3	6·7	14·7	19·3
Hangelsberg	1932/33	19·3	37·7	50·3	54·3
Lauterbach-Süd	1934/35	26·0	39·0	49·0	54·7
Nr. 360/36	1935/36	45·3	59·3	62·3	63·3

kühlem Ort aufbewahrt. Die Keimergebnisse enthält Tab. 18, die Keimungskurven sind in Abb. 32 dargestellt. Es ist wieder ersichtlich, daß der unregelmäßige Verlauf der Keimung nicht von den erblichen Eigenschaften, sondern vom Zustand der Samen regiert wird. Weiter wird wieder die Erfahrung bestätigt, daß Keimungshemmungen durch die Temperaturstrahlung behoben werden können.

Zusammenfassung über Lichtversuche mit Kiefernsemen.

1. Bei der gegebenen Versuchsanordnung verursachte weißes Licht hoher Intensität durch Temperaturstrahlung bei frischgedarrten, einwandfreien Samen eine Verzögerung, bzw. Hemmung des Keimverlaufes. Eine Schädigung der Keimkraft konnte nur bei einer Strahlungstemperatur von 36°C festgestellt werden.

Keimverlauf gealterten Kiefernsemens bei 25°

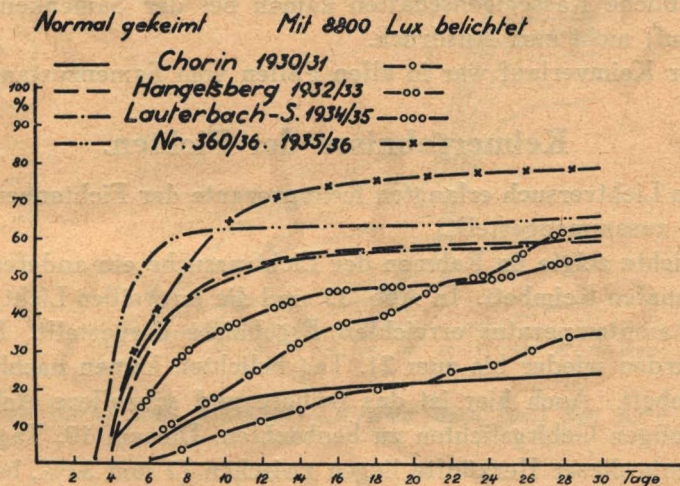


Abb. 32.

Nr. 18.

gekeimt									
zent nach			Mit 8800 Lux belichtet*)						
g e n									
21	25	30	5	7	10	14	21	25	30
22.0	22.7	24.0	0.3	2.0	7.7	14.3	22.3	27.3	34.7
58.7	59.0	59.7	4.0	10.0	19.7	32.3	46.3	53.3	63.3
57.3	57.7	61.0	11.3	24.7	34.7	44.3	47.7	50.0	55.7
63.7	64.3	66.3	27.3	44.7	65.0	72.7	76.7	78.0	79.0

*) Ab 21. Keimtag unbelichtet.

2. Gealterte und geschädigte Kiefernsemen zeigen im Keimverlauf große Unterschiede, die vom Samenzustand hervorgerufen werden.

3. Es gelang, bei gealterten Samen durch Belichtung eine Aufhebung der Keimungshemmungen zu erzielen, die sich nach Überführung ins normale Keimbett äußerte.

4. Ein Vergleich über- und unteroptimaler Keimergebnisse ist bei gewissen Voraussetzungen möglich.

5. Die Quecksilberlampe wirkt auf die Keimung nur als Temperaturstrahler. Die ultravioletten Strahlen übten auf die Samen keinen nachweisbaren, auf die Keimlinge jedoch einen schädigenden Einfluß aus.

6. Eine Unterscheidung der Herkünfte nach Warm- und Kaltgegendrassen, oder nach dem Lichtklima, war im Rahmen der Lichtversuche nicht möglich.

7. Erbliche Rasseeigenschaften kamen bei der Samenkeimung (beim Keimverlauf) nicht zum Ausdruck.

8. Der Keimverlauf war in allen Fällen vom Samenzustand abhängig.

Keimergebnisse der Fichten.

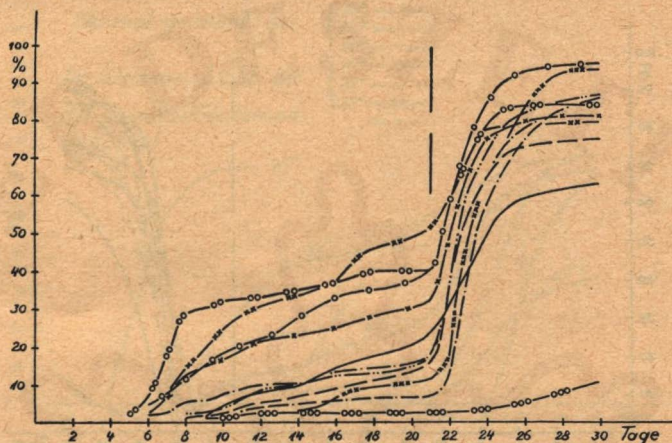
Die im Lichtversuch erlangten Keimprozente der Fichtenherkünfte sind in Tab. 13 zusammengestellt.

Die Fichte zeigte im Rahmen der Lichtversuche ein anderes Verhalten als im normalen Keimbett. In Abb. 33 sind die im weißen Licht (8800 Lux) und 25° Raumtemperatur erreichten Ergebnisse dargestellt. Die Samenproben wurden wieder bis zum 21. Tag belichtet, kamen nachher ins normale Keimbett. Auch hier ist das frühere und schnellere Ankeimen der hochprozentigen Gebirgsfichten zu beobachten. Die am 10. Tag erreichten Keimprozente dieser Herkünfte liegen zwischen 17 und 32%, bei den Tiefland- und norwegischen Fichten zwischen 0·3 und 7·3%, am 21. Keimtag zwischen 32 und 51%, sowie 2·3 und 23·7%. Am 21. Keimtag ins normale Keimbett gebracht, erfolgt ein schnelles Nachholen, wobei die keimkräftigen Gebirgsfichten wegen des schon erhaltenen Vorsprunges im Vorteil bleiben, obwohl die ursprünglichen Unterschiede verwischt werden. Das Keimergebnis nach 30 Tagen liegt bei einigen Herkünften unter jenen des unbelichteten Versuches, eine Schädigung der Keimkraft ist jedoch nicht festzustellen. Am größten ist der Unterschied bei der Fichte Engadin (13·4%). Die Temperaturstrahlung verursacht nur eine starke Verzögerung des Keimverlaufes. Obwohl auch auf Abb. 33 ein früheres und rascheres Ankeimen einiger hochprozentiger Gebirgsfichten zu erkennen ist, kann doch mit Sicherheit keine Rasseeigentümlichkeit nach dem Keimverlauf festgestellt werden. So wurde die keimkräftige Herkunft Garnisch stärker gehemmt, als die nordische und ostpreußische Fichte. Es kommen auch hier, wie bei den Parallelversuchen mit Normalkeimung, Samenzustandswirkungen in Frage.

Entgegen den Erwartungen keimten die Fichtenherkünfte bei 10° C im Lichtfeide bedeutend schlechter als bei 25° C. Vergleicht man die Strahlungstemperaturen miteinander (17° und 30·5°), ist zu ersehen, daß

das Optimum der Fichtenkeimung näher zu 17° als zu $30^{\circ}5'$ liegt. Das Ankeimen der Samen erfolgte allgemein später, das nach 21 Tagen erlangte beste Keimprozent beträgt nur 12'3% (Pokljuka, Jugoslawien), dann folgt

Wirkung des weissen Lichtes (8800 Lux) bei 25°C .



Wirkung des weissen Lichtes (8800 Lux) bei 10°C .

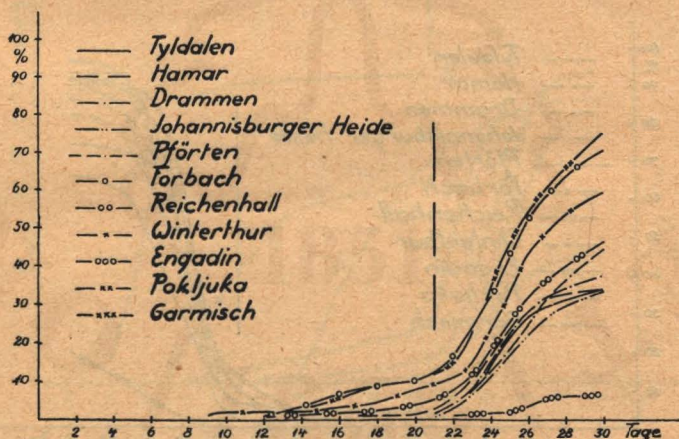


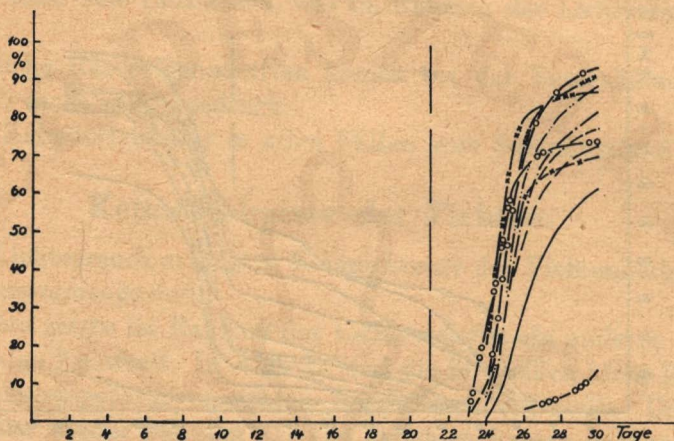
Abb. 33 und 34.

mit 12% die Schwarzwaldfichte Forbach. Zwischen dem Keimverlauf und den klimatischen Verhältnissen der Heimatsorte sind jedoch mit Sicherheit keine beweisbaren Zusammenhänge zu finden.

Am 21. Tag ins normale Keimbett gebracht, erfolgte ein viel langsames Nachholen; das bei 25°C erreichte höchste Keimergebnis von 95%

wurde von der am besten keimenden Herkunft Pokljuka um 20% unterboten. Aus dem Verlauf der Kurven ist jedoch zu ersehen, daß der Keimprozeß noch nicht abgeschlossen ist. Das Bestreben zur weiteren Keimung ist vorhanden. Es kann auch in diesem Falle nur von einer Keimungshem-

Wirkung des weissen Lichtes (8800 Lux) bei 32°C.



Wirkung der Quecksilberdampf Lampe.

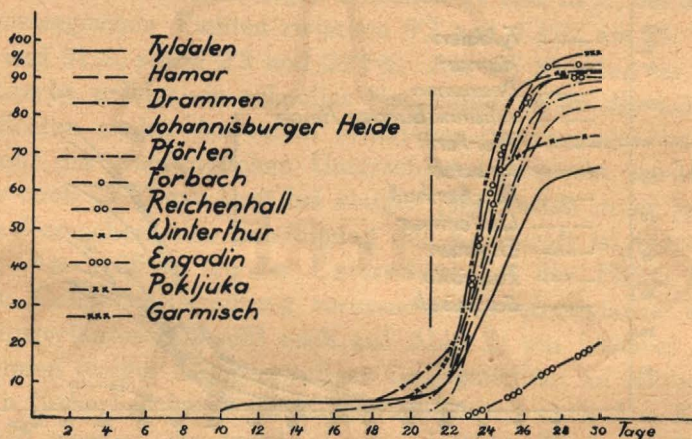


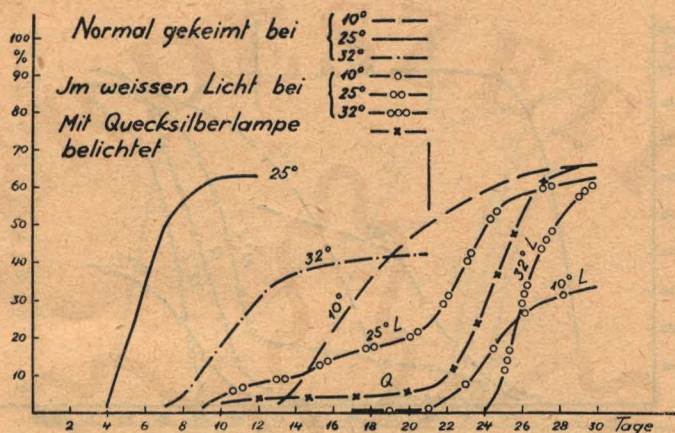
Abb. 35 und 36.

mung gesprochen werden. Eine Schädigung der Keimkraft konnte nicht nachgewiesen werden.

Bei einer Raumtemperatur von 32° C war die Keimungshemmung der Fichtensamen besonders groß. In 21 Tagen kam es überhaupt zu keiner Keimung (s. Abb. 35).

Während bei den vorherigen Versuchen nach dem 21. Tag ein sofortiges Nachholen zu bemerken war, verschob sich der Keimbeginn in 32° bei den meisten Herkunftten auf den 24. Keimtag. Die Keimung ging dann bis

Tyldalen (Nr. 15).



Hammar (Nr. 16).

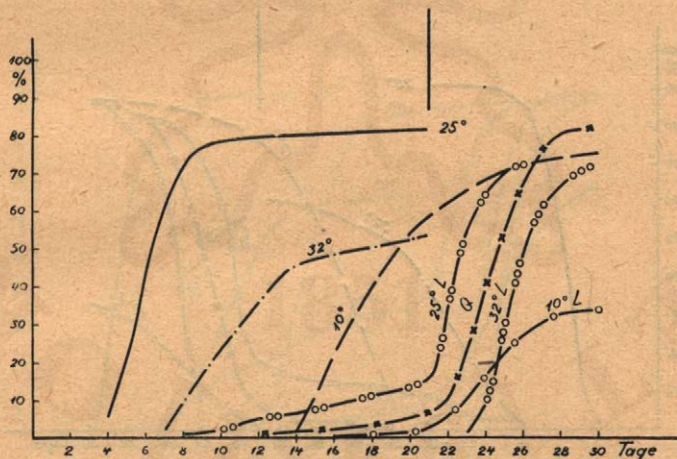


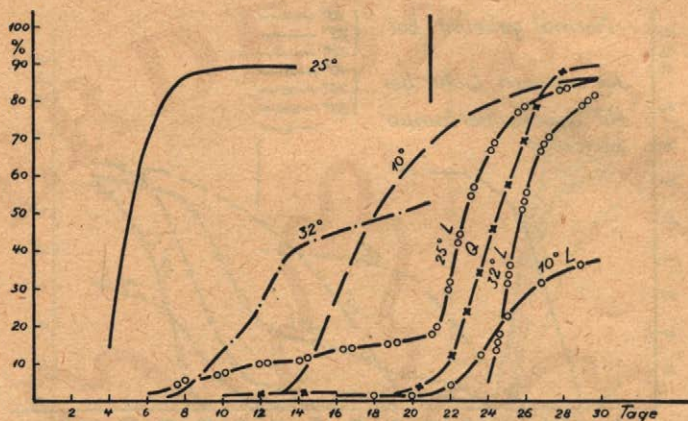
Abb. 37 und 38.

zum vollen Auskeimen sehr rasch vor sich. Auch bei diesem Versuch ist ein rassebedingtes Verhalten der Samen nicht nachweisbar.

Im Lichte der Quecksilberlampe (Abb. 36) keimte nach 21 Tagen die Herkunft Winterthur — bei auffallend frühem Ankeimen der norwegischen Fichte Tyldalen — am besten (14%). Im allgemeinen kam es erst nach dem 21. Tag zum Ankeimen aller Provenienzen. In den Abb. 34—36 fällt

wieder das oft niedrige Keimprozent der Herkünfte Reichenhall und Winterthur störend ins Auge. Dies ist auf den Hohlkorngehalt der Proben und nicht auf Rasseigenschaften zurückzuführen.

Drammen (Nr. 17).



Johannisburger Heide (Nr 18).

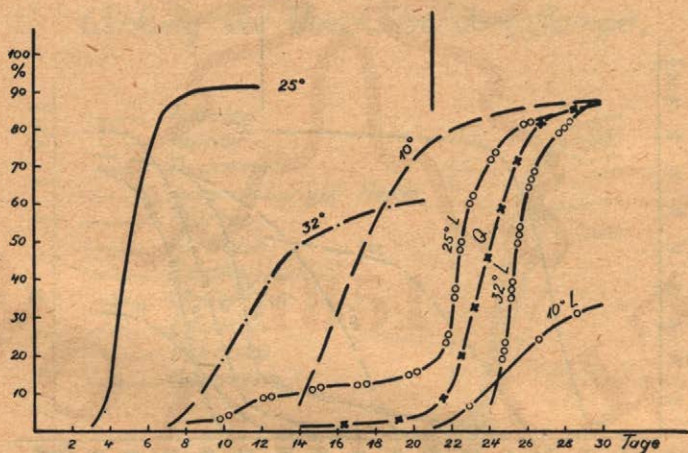
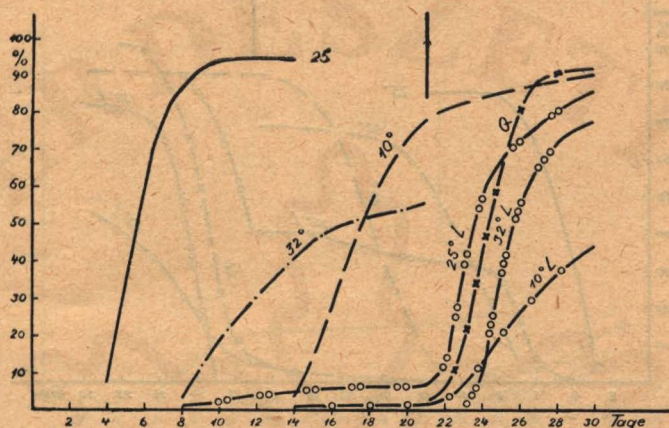


Abb. 39 und 40.

Die Keimungskurven von Abb. 36 zeigen wieder deutlich die reine Wärmewirkung der Quecksilberlampe. Die gemessene Strahlungstemperatur betrug im Lichtfelde 33° C. Betrachtet man die Abb. 33 und 35, so sieht man, daß von der Strahlungstemperatur 30° 5' (bei 25° Raumwärme) ein starkes Fallen der Keimprozente (nach 21 Tagen) nach der Strahlungstemperatur von 36° 6' (Raumwärme 32°) stattfindet, bei der es überhaupt

zu keiner Keimung mehr kam. Ähnlich findet ein Sinken der Keimergebnisse in der Richtung der niederen (unteroptimalen) Temperaturen statt (s. Abb. 33 und 34).

Pförtten (Nr. 19).



Forbach (Nr. 20).

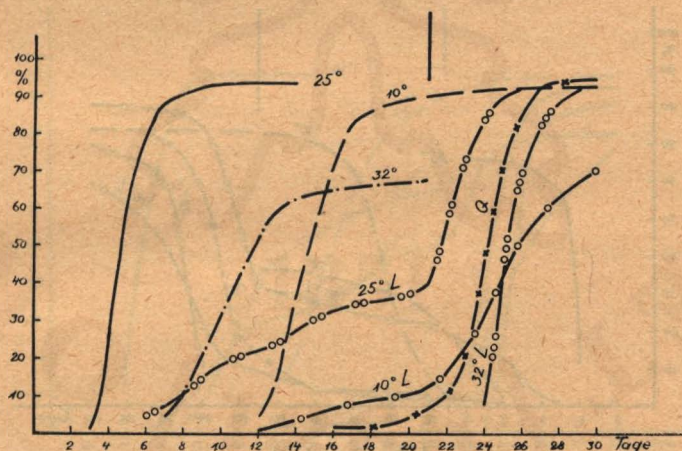


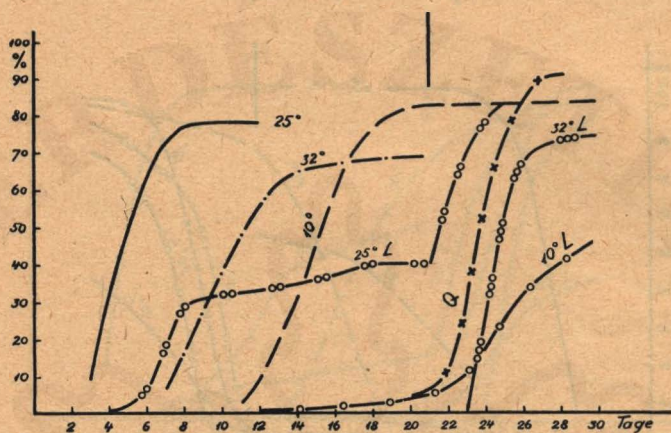
Abb. 41 und 42.

In Abb. 37—47 wurde der Keimverlauf der einzelnen Herkünfte ähnlich wie bei den Kiefern (S. 214) dargestellt. Während bei den Kiefern gewisse Unterschiede der Keimung festgelegt werden konnten, verhalten sich die Fichtenprovenienzen in allen Versuchsbedingungen vollkommen gleichsinnig, wenn man auf die biologische Unreife der Herkunft En-

gadin und das hohe Hohlkornprozent einzelner Nummern Rücksicht nimmt. Die Kurven zeigen in den anderen Fällen immer den gleichen Verlauf.

Das beste Keimerggebnis wurde allgemein bei 25° erreicht. Der Keim-

Reichenhall (Nr. 21).



Winterthur (Nr. 22).

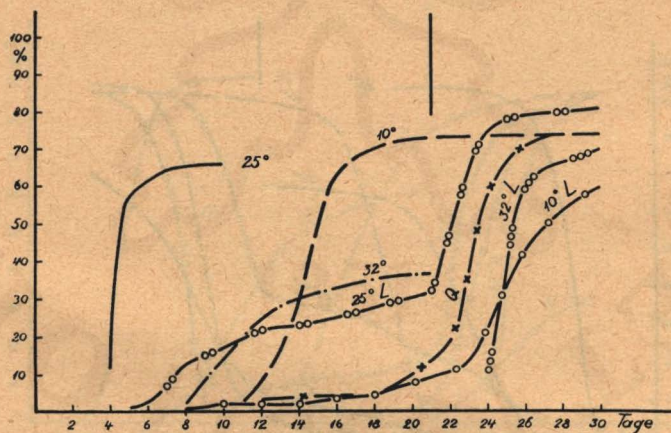


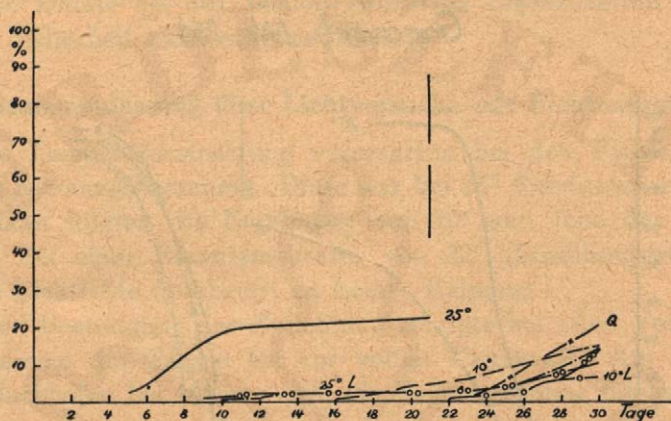
Abb. 43 und 44.

beginn der 32°-Kurve ist um 3—5 Tage, jener der 10°-Kurve um 8—10 Tage verschoben. Trotz früheren Ankeimens bei 32° erreichen die Herkünfte nach 21 Tagen bei 10° ein höheres Keimprozent.

Der Keimverlauf der belichteten Versuchsreihen ist auch ganz gleichmäßig. Allgemein erfolgte bei 25° L ein früheres Ankeimen und rascheres Nachholen. Den Unterschieden der Strahlungstemperatur entsprechend

folgt die Keimungskurve des Quecksilberlicht-Versuches, dann die 32° L-Kurve. Der Keimbeginn liegt bei 32° L allgemein am 23.—24. Tag, bei den 10° L- und Q-Kurven erfolgt das Ankeimen meist schon im Lichtfelde,

Engadin (Nr. 23).



Pokljuka (Nr. 24).

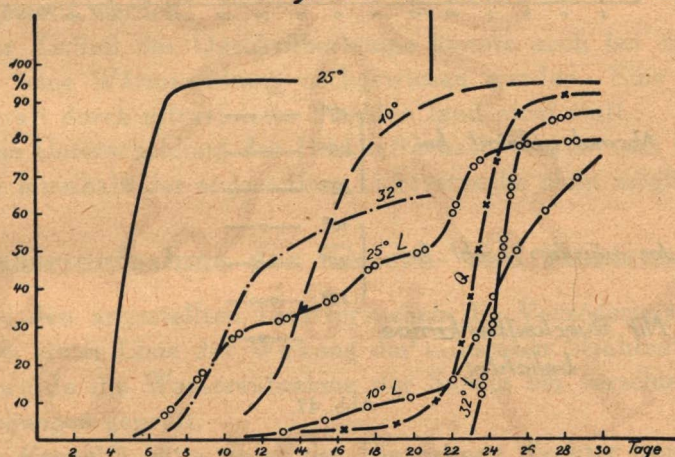


Abb. 45 und 46.

darum steigt die 10° L-Kurve nach dem 21. Tag früher an, als die 32° L-Kurve, erreicht aber mit 30 Tagen viel geringere Werte.

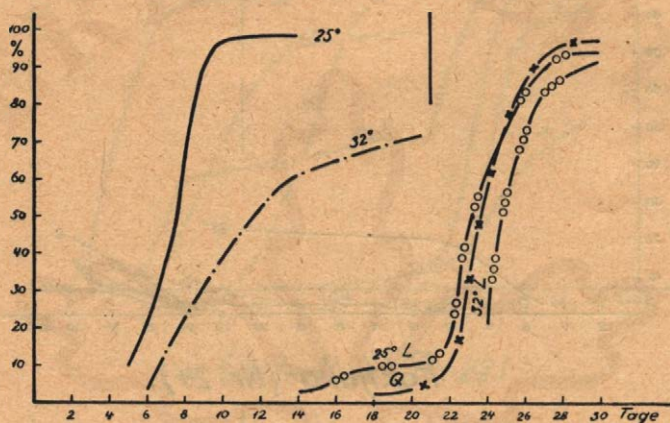
Abb. 45 veranschaulicht das Verhalten der hochalpinen Herkunft Engadin. Der Keimverlauf ist selbst bei 25° schleppend langsam, dann folgt in der Höhe der Keimprozente die 10°- und 32°-Kurve — ähnlich wie bei den anderen Herkunft. Die Reihenfolge der Keimungskurven im Licht-

versuch gleicht auch den anderen Abbildungen, bei viel tieferen Endwerten.

Auf Abb. 47 (Garmisch) fehlt die 10° - und 10° L-Kurve, darauf wurde schon an anderer Stelle hingewiesen.

Ein Vergleich des Keimverlaufes der Kiefern und Fichtensamen zeigt, daß bei den Kiefern trotz der Wirkung der Temperaturstrahlung, die Kei-

Garmisch (Nr. 25).



Normal gekeimt bei	{	10°	— —
		25°	— —
		32°	— —
Im weissen Licht bei	{	10°	— ○ —
		25°	— ○ —
		32°	— ○ —
Mit Quecksilberlampe belichtet			— ■ —

Abb. 47.

mung zum größten Teil im Lichtfelde erfolgt. Das Nachholen ist verhältnismäßig gering.

Die Verzögerung der Keimung ist bei den Fichtensamen so groß, daß es bei der Raumtemperatur von 32° im Lichtfelde überhaupt zu keiner Keimung mehr kommt. Wegen der weitaus größeren Hemmung der Fichtensamen konnten charakteristische Zusammenhänge im Keimverlaufe, wie es bei der Kiefer möglich war, nicht gefunden und zahlenmäßig belegt werden.

Das Verhalten der beiden Holzarten im Einflusse höher Lichtintensitäten entspricht ganz ihren natürlichen Gegebenheiten. Die Kiefer als Lichtholzart wird selbst durch ein Maximum von Licht und Wärme im Keimverlaufe weniger gehemmt, als die an hohen Lichtgenuß nicht gebundene Fichte.

Die parallele Untersuchung des Keimverlaufes im Einflusse von Licht und Wärme konnte bei den beiden Holzarten Eigenschaften der Klimarassen mit Sicherheit nicht erkennen lassen.

Zusammenfassung über Lichtversuche mit Fichtensamen.

1. Die Temperaturstrahlung verursachte bei den Fichtenherkünften eine starke Keimungshemmung. Diese war bei 25° Raumtemperatur am geringsten, dann folgten die Ergebnisse von 10° und jene des Quarzlichtversuches. Bei einer Raumtemperatur von 32° (Strahlungswärme 36'6°) kam es im Lichtfelde überhaupt zu keiner Keimung.

2. Nach Beendigung der Belichtung erfolgte bei allen Versuchsreihen ein Nachkeimen der Samen bis zur vollen Keimkraft. Am langsamsten ging das Nachholen bei 10° vor sich, die Keimergebnisse blieben tief unter dem Optimum.

3. Eine Schädigung der Keimkraft infolge Temperaturstrahlung konnte nicht festgestellt werden.

4. Der Einfluß der Quecksilberlampe konnte auch bei den Fichtensamen als reine Wärmewirkung nachgewiesen werden. Eine Schädigung der Keimkraft durch ultraviolette Strahlen fand nicht statt.

5. Eine Unterscheidung der Herkünfte nach Warm- und Kaltgegendrassen war innerhalb der angestellten Lichtversuche nicht möglich.

II. Wasseraufnahme des Kiefern- und Fichtensamens.

Da bei den angestellten Lichtversuchen die Verzögerung des Keimverlaufes in erster Linie der Wirkung der ultraroten Strahlen zuzuschreiben war, wurde die Wasseraufnahme der Samen bei verschiedenen Versuchsbedingungen geprüft.

Schon Haack⁴⁰⁾ hatte unter der Einwirkung direkter Sonnenstrahlen eine Verlangsamung der Keimung beobachtet, gleichzeitig das frühere Keimen der hellgefärbten Kiefernnsamen im Licht gefunden. Er führte diese Beobachtung auf die größere Lichtabsorption der dunklen Körner zurück, wodurch eine Schwächung der Lichtwirkung zustande kam. Weiter fand er bei den Versuchen mit Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge⁴¹⁾ —

⁴⁰⁾ Haack: Über die Keimung und Bewertung des Kiefernnsamens nach Keimproben. (Zeitschr. für Forst- und Jagdw., 1906. S. 451—452.)

⁴¹⁾ L. c. S. 454.

mit Ausnahme des gelben Lichtes — nach sieben Versuchstagen bei hellen Körnern stets höhere Keimprozentage als bei dunkelgefärbten.

Bei den Lichtversuchen des Verfassers wurde in vielen Fällen ein ungleichmäßiges Keimen der Kiefer im Lichtfelde beobachtet, für das eine Erklärung schwer zu finden war. Erst die Untersuchung der Wasserauf-

Tab. 19.

*Wasseraufnahme verschieden gefärbter Kiefern Samen bei 25°
in Prozent des Anfangsgewichts.*

Wasser- aufnahme nach Stunden	a) Normal gekeimt				b) Mit 8.800 Lux belichtet			
	H e r k u n f t							
	Landstuhl		Forbach		Landstuhl		Forbach	
	Helle Körner	Dunkle Körner	Helle Körner	Dunkle Körner	Helle Körner	Dunkle Körner	Helle Körner	Dunkle Körner
5	22'03	17'66	12'06	18'33	20'04	16'74	12'95	18'34
10	30'43	26'18	18'67	26'25	27'40	23'54	20'35	25'39
24	37'78	33'74	31'01	32'87	33'30	27'64	28'79	29'16
34	39'85	35'78	33'39	34'69	36'91	31'76	31'39	32'37
48	—	—	—	—	—	32'79	33'30	—

nahme, die bei hellen und dunklen Samen ungleichmäßig erfolgte, deckte in Verbindung mit den Keimungskurven dies Problem vollkommen auf. Das frühere und schnellere Ankeimen der hellgefärbten Samen war eine Folge der beschleunigten Wasseraufnahme, die mit der Lichtwirkung schwer in Verbindung gebracht werden kann.

In einer Versuchsreihe wurden die Samen von zwei Kiefernherkünften (Landstuhl und Forbach) nach hellen und dunklen Körnern getrennt im

Tabelle
Keimprozentage verschieden

H e r k u n f t		Normal gekeimt						I m		
		K e i m -								
		2	3	4	5	6	7	2	3	4
		T a -								
Landstuhl . . {	Helle Körner	37'0	95'0	97'7	98'0	98'3	98'3	22'7	69'7	86'3
	Dunkle Körner	14'0	67'0	90'3	94'3	95'0	95'3	—	2'7	89'3
Forbach . . {	Helle Körner	2'3	63'7	85'0	97'3	97'3	97'3	1'0	28'3	72'3
	Dunkle Körner	15'0	78'3	96'3	98'3	98'7	99'0	7'7	50'0	72'3
Rudczanny . {	Helle Körner	18'3	82'3	92'3	93'3	94'0	94'0	37'3	80'7	86'7
	Dunkle Körner	9'7	73'7	93'3	95'7	96'3	96'3	0'3	9'0	25'3

normalen Keimbett und mit 8800 Lux belichtet parallel untersucht, die Ergebnisse tabellarisch (Tab. 19 u. 20) und kurvenmäßig (Abb. 48—49) festgelegt. Bei einer dritten Provenienz (Rudczanny, Abb. 50) wurde nur der Keimverlauf beobachtet, da der Versuch zu umfangreich geworden wäre. Bei der Messung der Wasseraufnahme wurden pro Herkunft und Samenfarbe stets zwei Parallelproben genommen; die angeführten Zahlen sind das arithmetische Mittel von zwei Proben.

In Abb. 48/a ist der Keimverlauf verschieden gefärbter Samen der Herkunft Landstuhl dargestellt. Im normalen Keimbett (25°) keimten die hellen Körner anfangs bedeutend schneller, dann gleichen sich die Ergebnisse aus. Die Unterschiede betragen am 2. Keimtag 23%, am 3. Tag 28%, am 4. Tag nur 7·4%, die Keimung der frischen Samen ist am 6. Keimtag praktisch beendet. Der Keimverlauf im Lichtfelde der 1500 W-Lampe zeigt viel größere Verschiedenheiten. Die hellen Körner keimten etwas früher und schneller, als die dunklen Samen des normalen Keimbettes, am 4. und 5. Keimtag lagen die Werte der belichteten Samen etwas tiefer, nach dem 6. Tag höher. Wie aus der Abbildung ersichtlich, keimten die dunkelgefärbten Körner im Lichtfelde besonders langsam, es sind große Unterschiede im Keimbeginn und in der Keimschnelligkeit vorhanden. Ähnlich ist das Verhalten der Samen auch im Lichte der Quecksilberlampe (Entfernung vom Brenner 75 cm, mit Verdunstungsschutz), hier wurde die Wasseraufnahme aus dem oben angeführten Grund auch nicht gemessen.

Die Gewichtszunahme bei der Quellung (Tab. 19) ist bei den hellen Körnern der Herkunft Landstuhl immer größer, als bei den dunkelgefärbten. Nach fünf Stunden betrug der Unterschied im normalen Keimbett 4·37%, nach 34 Stunden 4·07%. Der Unterschied in der Gewichtszunahme blieb annähernd gleich. Mit dem Erscheinen der ersten Keimlinge (hier nach 34 Stunden) wurde die Messung abgeschlossen.

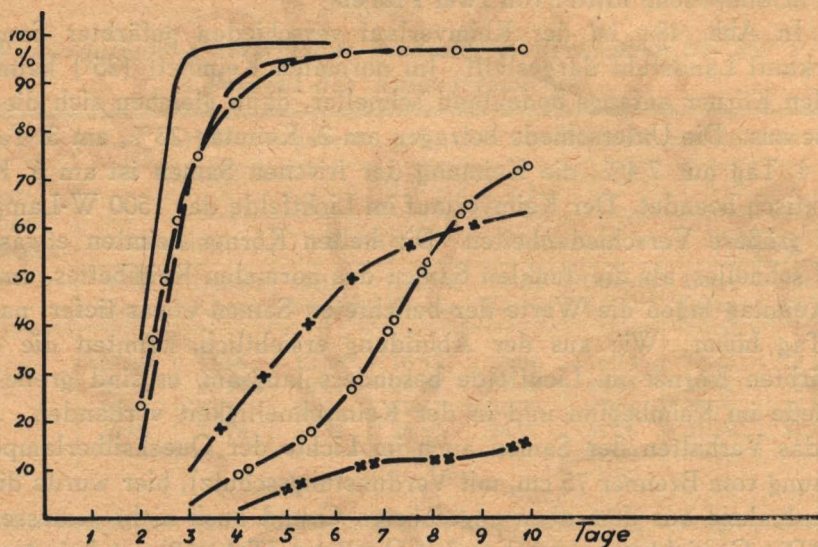
Nr. 20.

gefärbter Samen.

weißen Licht (8.800 Lux)						Mit Quecksilberlampe belichtet (auf 75 cm)									
p r o z e n t n a c h															
5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
g e n															
93·3	95·3	96·7	96·7	96·7	96·7	—	9·7	22·7	34·7	48·0	52·7	59·0	59·7	62·3	
14·3	20·0	41·0	51·3	67·0	72·3	—	—	1·7	5·7	9·3	11·3	11·7	13·0	16·0	
90·0	95·3	96·7	97·0	97·0	97·0	—	—	1·0	7·3	17·0	23·7	26·7	30·0	37·7	
83·3	89·0	93·3	94·3	96·0	96·0	—	3·3	10·7	16·0	25·3	28·0	30·3	31·0	32·3	
88·0	89·7	90·0	90·0	90·0	90·3	6·0	29·7	50·7	61·3	66·7	68·0	70·0	72·0	72·3	
42·3	56·0	73·0	78·3	87·7	89·0	—	3·3	9·3	17·7	24·0	25·3	27·0	28·7	30·7	

Im Lichtfelde war die Differenz zu Gunsten der hellen Samen nach 5 Stunden 3'3%, nach 34 Stunden 5'15% — wurde somit etwas größer. Man sieht weiter, daß die hellen Körner im Lichtversuch mehr Wasser auf-

*Keimverlauf verschieden gefärbter Samen.
Kiefer Landstuhl 36/37.*



Wasseraufnahme verschieden gefärbter Samen.

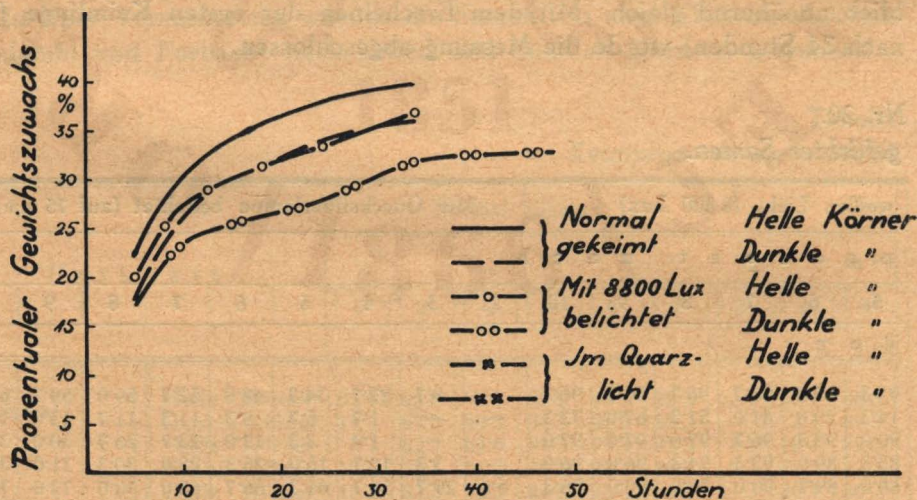
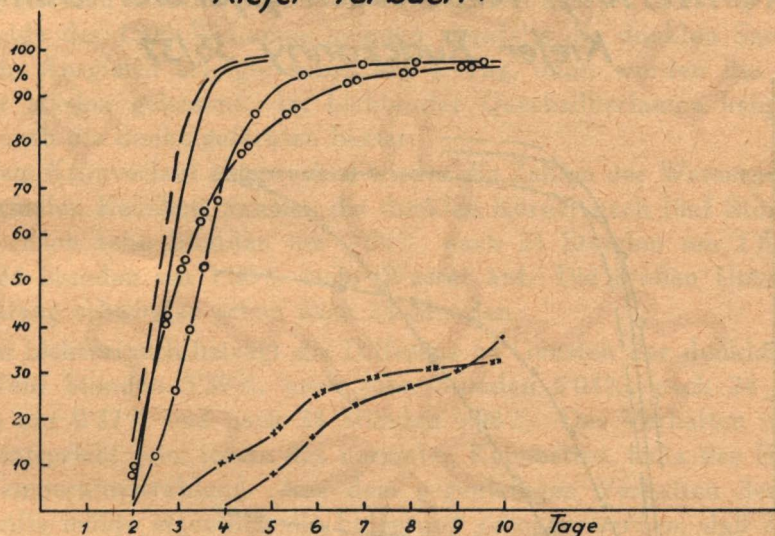


Abb. 48/a und 48/b.

nehmen (20'04%), als die dunkelgefärbten im normalen Keimbett (17'66%), der Unterschied gleicht sich erst mit 24 Stunden aus, dann liegen die belichteten hellen Samen nach 34 Stunden um 1'13% wieder höher. Die dunklen Körner des Lichtversuches nahmen das Wasser auch langsamer

Keimverlauf verschieden gefärbter Samen. Kiefer Forbach.



Wasseraufnahme verschieden gefärbter Samen.

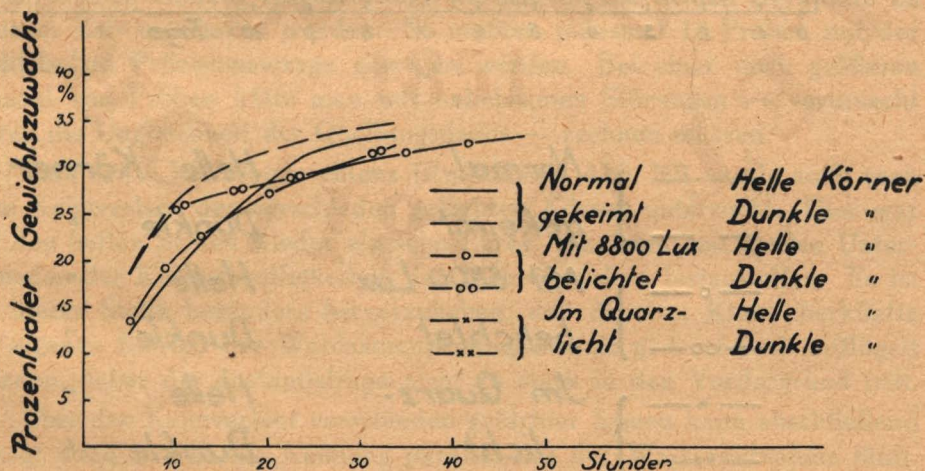
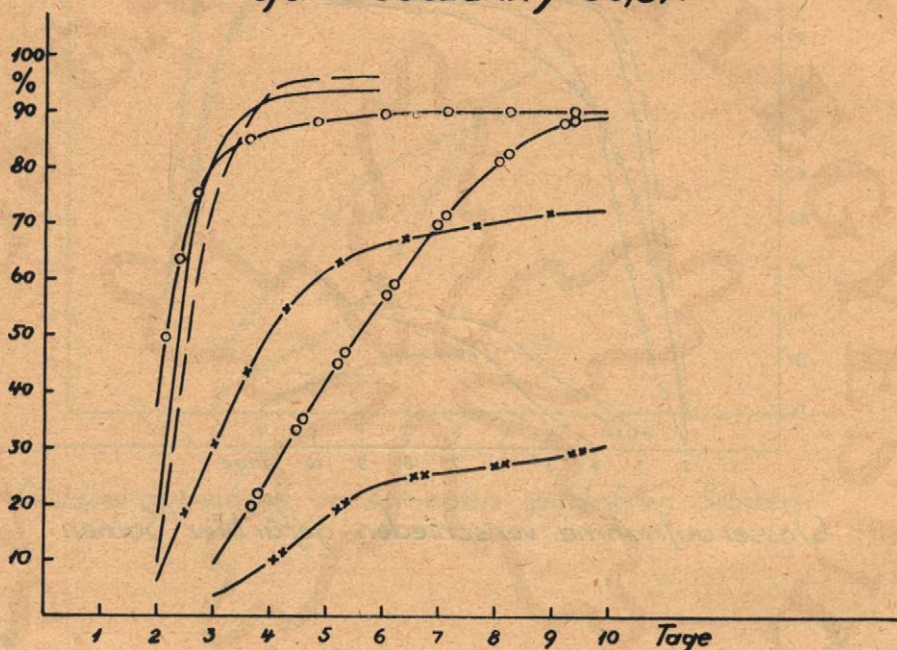


Abb. 49/a und 49/b.

auf, als jene im unbelichteten Keimbett. Der Unterschied betrug nach fünf Stunden 0'92%, nach 34 Stunden jedoch schon 4'02%.

Betrachtet man die Keimungskurven auf Abb. 48/a, sowie die darunter befindlichen Kurven der Wasseraufnahme (Abb. 48/b), so ist ein gleichsinniger Verlauf der Kurven auf beiden Abbildungen erkennbar. Die Wasseraufnahmekurven verhalten sich ganz ähnlich, wie die Keimungskur-

Keimverlauf verschieden gefärbter Samen. Kiefer Rudczanny 36/37.



—	}	Normal	Helle Körner
— —		gekeimt	Dunkle "
— o —	}	Mit 8800 Lux	Helle "
— oo —		belichtet	Dunkle "
— x —	}	Im Quarz-	Helle "
— xx —		licht	Dunkle "

Abb. 50.

ven und zeigen die innigen Zusammenhänge zwischen Wasseraufnahme und Keimverlauf. Geringe Unterschiede des Quellungsprozesses drücken sich im Verlauf der Keimung unzweifelhaft aus.

Wie aus dem Verhalten der Gebirgskiefer Forbach hervorging, ist der Keimverlauf, damit auch die Wasseraufnahme der verschieden gefärbten Samenkörner nicht bei allen Herkünften gleich. Bei diesem Samen keimten im normalen Keimbett die dunklen Körner anfangs schneller an, schon am 4. Tag gleichen sich die Ergebnisse vollkommen aus (95'0 und 96'3%). Im Lichtfelde der 1500 W-Lampe keimten ebenfalls die dunklen Samen früher, ein Ausgleich erfolgte schon am 4. Tag, dann wurden die dunklen Körner stärker gehemmt. Im Lichte der Quecksilberlampe keimten anfangs auch die dunkelgefärbten besser.

Dem Keimverlauf entsprechen wieder die Zahlen der Wasseraufnahme. Im normalen Keimbett nahmen die dunklen Körner nach fünf Stunden um 6'27%, nach zehn Stunden um 7'58%, nach 24 Stunden um 1'86% und nach 34 Stunden um 1'30% mehr Wasser auf. Die großen Unterschiede am Anfang schwinden schon nach 24 Stunden.

Im Lichtversuch beträgt die Differenz zu Gunsten der dunklen Samen nach fünf Stunden 5'39%, nach zehn Stunden 5'04%, nach 24 Stunden jedoch nur 0'37% und nach 34 Stunden 0'98%. Das Verhalten im Lichtfelde entspricht ganz jenem des normalen Keimbettes, trotz des Einflusses der Temperaturstrahlung. Aus dem gegenteiligen Verhalten der beiden Herkünfte müßte eigentlich die Folgerung gezogen werden, daß die langsamere Quellung der dunklen Körner nicht nur auf die Pigmentschicht der Samenschale zurückzuführen ist.

Die Messung der Wasseraufnahme mußte in diesem Versuch auf den beschriebenen Umfang eingeschränkt werden, da die beiden Herkünfte zu gleicher Zeit untersucht wurden. So mußten jedesmal 16 Proben mit der elektrischen Präzisionswaage gewogen werden. Bei einer noch größeren Anzahl von Proben hätte man mit unliebsamen Störungen — verursacht durch die Ungleichheit der Quellungsdauer — rechnen müssen.

Eine dritte Kiefernprovenienz (Rudczanny, Abb. 50) wurde auch nach dem Keimverlauf der verschieden gefärbten Körner untersucht. Hier war bei den hellen Samen wieder ein schnelleres Ankeimen, mit großen Unterschieden der Keimschnelligkeit in den Lichtversuchen festzustellen. Es ist an dieser Stelle besonders hervorzuheben, daß die drei Kiefernherkünfte im eigenen Betrieb der Waldsamenprüfungsanstalt gedarrt und entflügelt wurden, daher die Zustandsfrage nicht zu stark in den Vordergrund tritt.

Über den Keimverlauf verschieden gefärbter Samen kann abschließend gesagt werden, daß die Keimung parallel mit der Wasseraufnahme läuft. Je größer der Unterschied in der Gewichtszunahme, umso größer ist dieser

Wasseraufnahme des Kiefernansmens.

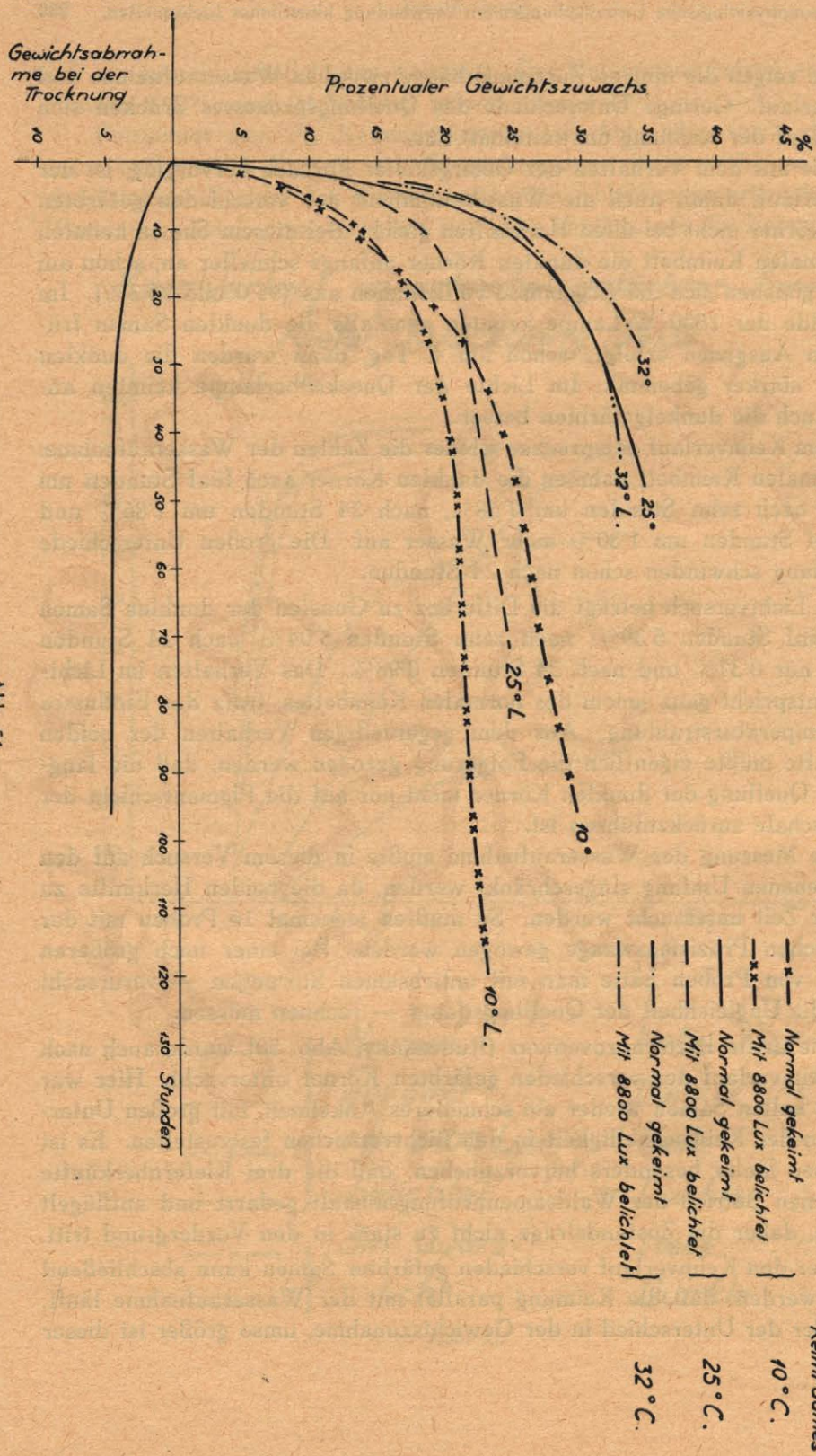


Abb. 51.

im Keimprozent. Wo der Unterschied schwindet, gleicht sich das Keimergebnis aus; der im Keimen zurückgebliebene Samen holt auf, erreicht in kurzer Zeit das gleiche Keimprozent wie die andersgefärbte Parallelprobe der Herkunft. Eine weitere Untersuchung dieser Zusammenhänge wäre sehr erwünscht, wäre aber weit über den Rahmen dieser Arbeit hinausgewachsen.

Tab. 21.

Wasseraufnahme des luftgetrockneten Kiefernnsamens in Prozent des Anfangsgewichts.

Wasseraufnahme nach Stunden	Temperatur des Keimraumes							
	10°		25°		32°		25°	
	Normal gekeimt	Mit 8800 Lux belichtet	Normal gekeimt	Mit 8800 Lux belichtet	Normal gekeimt	Mit 8800 Lux belichtet	Keimung ohne Keimglocken	Belichtet mit Quecksilber- lampe auf 75 cm vom Brenner. Mit Ver- dunstungsschutz
3	6·98	7·52	13·88	12·22	15·06	17·10	12·27	13·90
5	8·51	9·83	16·73	14·27	—	—	15·84	17·17
5½	—	—	—	—	20·80	21·78	—	—
10	12·87	13·65	24·35	18·31	—	—	21·54	22·62
22	—	—	—	—	32·71	29·69	—	—
24	20·42	18·27	30·49	20·53	—	—	24·57	28·32
27½	—	—	—	—	34·24	31·19	—	—
34	23·14	19·79	32·42	22·09	—	—	24·13	28·66
44	—	—	—	—	—	32·86	—	—
48	25·26	20·73	34·65	22·62	—	—	27·45	31·80
72	27·78	21·06	—	24·59	—	—	—	—
96	29·49	21·80	—	—	—	—	—	—
120	—	22·90	—	—	—	—	—	—

Auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse war das abnorme Verhalten des kohlschwarzen Kiefernnsamens Chorin bei den Lichtversuchen durchaus verständlich. Die besonders große Hemmung im weißen Licht bei 10° Raumtemperatur ist nur auf die durch dunkle Färbung verursachte verlangsamte Quellung, in Verbindung mit der starken Verdunstung zurückzuführen.

Um weitere Zusammenhänge zwischen dem Keimprozeß normalgekeimter und belichteter Samenproben zu erhalten, wurde je eine bekannte Kiefern- (Standardsamen Landstuhl) und Fichtenherkunft (Pforten) auf das Verhalten bei der Quellung untersucht. Alle Zahlenwerte der Wasseraufnahme beziehen sich auf die Keimung in dänischen Glocken, bei 7—8 cm Entfernung (Saugfadenlänge) vom Wasserspiegel.

Die Gesamtwasseraufnahme des Kiefernnsamens ist in Tab. 21 zusammengefaßt. Die Wägungen wurden bis zum Erscheinen der ersten Keimlinge fortgesetzt, darum laufen die meisten Versuchsreihen schon mit 34—48 Stunden zu Ende. Die Quellungsvorgänge wurden in Abb. 51 und 52 auch kurvenmäßig dargestellt und geben ein übersichtlicheres Bild, als die Zahlenwerte der Tabellen.

Wasseraufnahme des Kiefernnsamens .

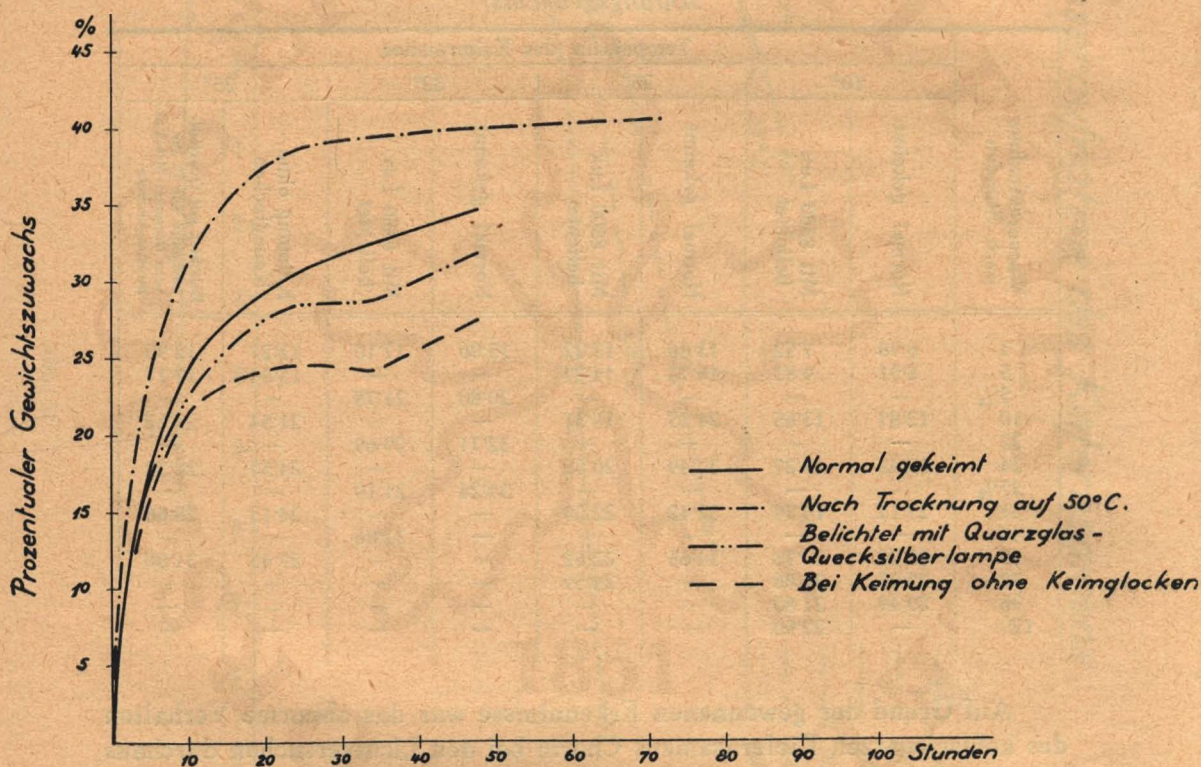


Abb. 52.

Bei den normal gekeimten Proben ist eine erhöhte Wasseraufnahme mit zunehmender Temperatur zu verzeichnen (s. 10°-, 25°- und 32°-Kurve auf Abb. 51). Dies entspricht vollkommen den bei Gramineen gemachten Erfahrungen⁴²⁾ und findet seine Erklärung in der erhöhten Permeabilität der Zellwände.

Die Wirkung der intensiven Temperaturstrahlung verursacht im Quellungsverlaufe der belichteten Samenproben andere Vorgänge. Bei 10° C

⁴²⁾ E. Lehmann—F. Aichele: Keimungsphysiologie der Gräser (Gramineen), S. 154 ff.

erfolgt die Wasseraufnahme entsprechend der höheren Strahlungstemperatur (17°) anfangs schneller — ähnlich verhalten sich auch die Keimungskurven auf Abb. 27. Nach zehn Stunden erfolgt jedoch ein Ausgleich, nach dem die 10° L-Kurve tief unter jenen der unbelichteten Proben verläuft. Trotz höherer Strahlungstemperatur liegen die Werte bedeutend tiefer, der Unterschied in der Gewichtszunahme beträgt nach 96 Stunden 7·69%. Noch mehr vergrößert sich der Unterschied bei der 25°- und 25° L-Kurve, mit 12·03% nach 48 Stunden. Der auf S. 238 festgestellte Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Keimungs- und Quellungskurven besteht auch hier (s. Abb. 27). Auf hoher Temperatur werden die Unterschiede zwischen 32° und 32° L schon viel geringer — nach 27½ Stunden nur 3·05%, eine Ähnlichkeit zwischen den Keimungs- und Wasseraufnahmekurven besteht nicht mehr.

Der Vergleich der Abb. 27 und 51 gibt die Erklärung für die im Keimverlauf der belichteten Samenproben gefundene Keimungshemmung. *Diese ist nicht auf die Einwirkung des Lichtes, sondern auf die durch Wärmestrahlung verursachte große Verdunstung der Samen (trotz Verdunstungsschutz!) zurückzuführen.*

Eine ähnliche Wirkung auf den Keimverlauf, wie die der ultraroten Strahlen, läßt sich auch auf anderem Wege erzielen. Dieselbe Kiefernherkunft wurde ohne Keimglocken und im Windstrom eines Ventilators angesetzt, nach 14-tägiger Behandlung mit den dänischen Glocken versehen, normal weiter gekeimt. Die Gewichtszunahme bei der Quellung zeigt (nur für die Keimung ohne Glocken) Tab. 21 und Abb. 52. Die folgenden Keimergebnisse (Tab. 22) wurden von Herrn Prof. Dr. W. Schmidt aus einem Kontrollversuch des Instituts zur Verfügung gestellt:

Tab. 22.

Keimung bei 25° C.	Keimprozent nach				Keimung bei 25° C.	Keimprozent nach		
	5	7	10	14		2 (16)	5 (19)	6 (20)
	T a g e n					T a g e n		
Ohne Keimglocken	10·3	21·0	37·0	41·3	} Nach 14 Tagen mit Keimglocken ver- sehen und normal weitergekeimt	73·0	94·3	94·7
Im Windstrom eines Ventilators, ohne Keimglocken	—	0·3	0·3	0·3		40·0	94·7	97·3

Bei der Keimung ohne Keimglocken erfolgt eine starke Verzögerung des Keimverlaufes, im Windstrom überhaupt keine Keimung, da auch in diesem Falle eine Störung des normalen Keimprozesses durch zu große Verdunstung zu verzeichnen ist. Nachdem die Proben normal weiterge-

keimt wurden, erfolgte ebenfalls ein schnelles Aufholen der Samen bis am 6. (20.) Tag das höchste Keimprozent erzielt ist.

Man sieht, daß dieselbe hemmende Wirkung auf verschiedene Art zu erreichen ist. Im Rahmen der Lichtversuche durch erhöhte Transpiration infolge Temperaturstrahlung, sowie durch trocknende Wirkung der warmen, ungesättigten Luft, bezw. des Windstromes.

Um die Wasseraufnahme nach erfolgter Trocknung festlegen zu können, wurden Kiefern- und Fichtenproben im Trockenschrank 6 Tage lang bei 50° C getrocknet. Den Wasserverlust enthält in Zahlen Tab. 23, in gra-

Tab. 23.

Abnahme des Wassergehaltes lufttrockener Samen in % des Anfangsgewichts bei 50° C.			Wasseraufnahme nach 6tägiger Trocknung bei 50° C in % des Anfangsgewichts	
Stunden	Kiefer	Fichte	Kiefer	Fichte
24	4'04	2'96	38'67	34'44
48	4'69	3'28	39'97	36'20
72	4'83	3'66	40'62	36'59
96	5'06	3'84	—	37'84

phischer Darstellung Abb. 51 (Kiefer) und 53 (Fichte). Tab. 23 zeigt einen größeren Wasserverlust der Kiefer, nach 6 Tagen angesetzt jedoch auch höhere Quellungswerte, die hoch über der Wasseraufnahmekurve der Normalkeimung auf Abb. 52 und 54 (Fichte) verlaufen. Die sechstägige Trocknung verursachte bei der Kiefer nicht nur eine Verzögerung des Keimverlaufes, sondern auch eine Schädigung der Keimkraft um 21'2%. Die Fichte keimte zwar etwas langsamer an, als die Kiefer, erreichte aber schon nach 10 Tagen ein höheres Keimprozent, mit 21 Tagen ohne nennenswerte Einbuße (3'1%) die volle Keimkraft (s. Tab. 24).

Tab. 24.

Holzart	Keimung bei 25° C.	Keimprozent nach				
		5	7	10	14	21
		T a g e n				
Kiefer	Unbehandelt	97'0	98'7	98'7	98'7	98'7
	Nach 6tägiger Trocknung bei 50°	15'0	52'5	68'0	71'5	77'5
Fichte	Unbehandelt	38'0	79'0	94'0	94'7	94'7
	Nach 6tägiger Trocknung bei 50°	2'0	36'0	78'0	89'0	91'6

Temperaturen von 50° konstant während der Zeit von 6 Tagen kommen in der Natur nicht vor. Es kann also auch keine klimatische Anpassung von Holzarten dagegen geben, die etwa als erworbene größere Widerstandsfähigkeit (durch Selektion) zu werten wäre. Dagegen zeigt der Versuch den intensiveren Wasseraustausch der Kiefer durch ihre durchlässigere Samenschale. Es wird mehr Wasser abgegeben — daher wohl auch die stärkere Keimschädigung nach einer Trocknung von 6 Tagen bei 50°. Es wird aber auch mehr und schneller Wasser aufgenommen.

Und diese schnellere Wasseraufnahme der Holzart Kiefer kann für sie auf trockenen Standorten von ökologischer Bedeutung sein, da es dem Kiefern Samen dadurch möglich ist, auch bei nur periodischer Durchfeuchtung des Bodens rasch und energisch Wasser aufzunehmen und schnell zu keimen. Die Fichte findet auf ihren Standorten von Natur stets genügend Wasser vor.

Da für die Kiefer eine unnatürliche Behandlung, wie sie die Erwärmung auf 50° darstellt, offenbar nicht gleichgültig ist, so erhebt sich die Frage, ob man für feine physiologische Untersuchungen Kiefern Samen über-

Tab. 25.

Wasseraufnahme des lufttrockenen Fichtensamens in Prozent des Anfangsgewichts.

Wasseraufnahme nach Stunden	Temperatur des Keimraumes							
	10°		25°		32°		25°	
	Normal gekeimt	Mit 8800 Lux belichtet	Normal gekeimt	Mit 8800 Lux belichtet	Normal gekeimt	Mit 8800 Lux belichtet	Keimung ohne Keimglocken	Belichtet mit Quecksilber- lampe auf 75 cm vom Brenner. Mit Ver- dunstungsschutz
3	8·24	8·42	11·32	11·06	12·30	15·23	9·23	10·79
5	9·54	9·72	12·21	12·25	—	—	10·95	12·51
5½	—	—	—	—	15·48	15·47	—	—
10	12·12	11·40	16·34	14·91	—	—	13·40	15·62
22	—	—	—	—	27·75	23·39	—	—
24	17·01	14·33	24·10	17·91	—	—	18·56	20·29
27½	—	—	—	—	28·81	24·83	—	—
34	19·58	15·57	26·06	19·58	—	—	17·56	20·36
44	—	—	—	—	31·18	25·57	—	—
48	23·06	16·53	27·72	20·51	—	—	19·35	21·90
67	—	—	—	—	31·97	24·31	—	—
72	26·11	17·75	28·80	21·86	—	—	20·82	22·34
90	—	—	—	—	33·34	24·89	—	—
96	27·18	18·75	30·60	22·06	—	—	20·16	22·63
113	—	—	—	—	35·63	25·02	—	—
120	28·04	19·34	—	—	—	—	18·65	22·02

Wasseraufnahme des Fichlensamens .

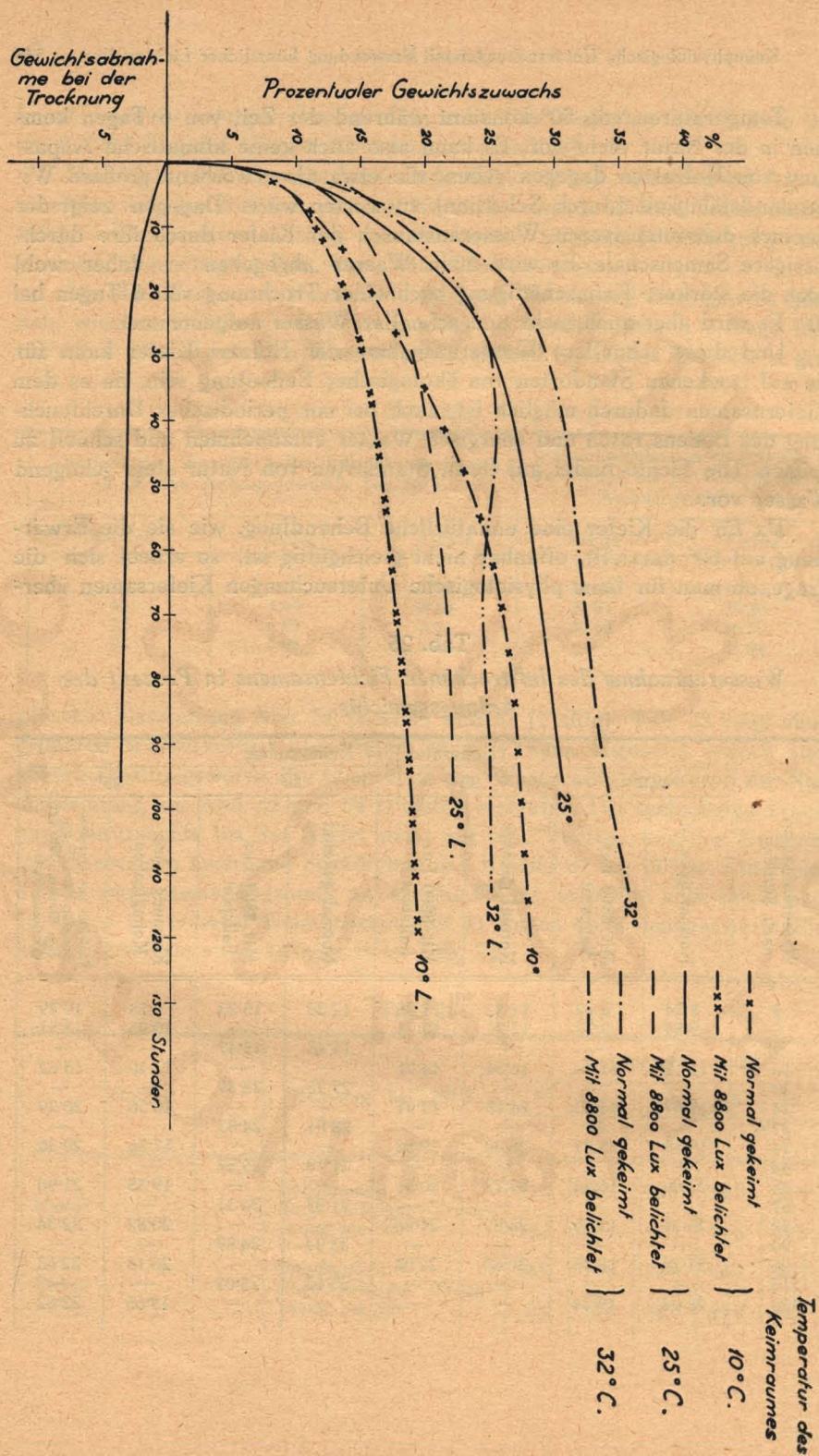


Abb. 53.

haupt darren soll. Ein längerer Darrprozeß bedeutet für den Kiefern Samen unter allen Umständen eine Schädigung und eine Einbuße seines ursprünglichen Frischezustandes. Es ist zu überlegen, ob man nicht für feinere Untersuchungen Kiefernzapfen lediglich an der Sonne darren sollte, oder die Zapfenschuppen mechanisch, wie bei der Lärche abschlagen läßt (dies bringt wieder die Gefahr der mechanischen Beschädigung der Körner mit sich).

Auf Abb. 52 und 54 ist noch die Gewichtszunahme im Lichtfelde der Quecksilberlampe (Entfernung vom Brenner 75 cm, mit Verdunstungsschutz), sowie jene bei der Keimung ohne Keimglocken dargestellt. Ersichtlich ist die abnorm hohe Wasseraufnahme nach der Trocknung, der die Werte für normale Keimung, für das Quarzlicht und für die Keimung ohne dänische Glocken in abnehmender Reihe folgen.

Die Gesamtwasseraufnahme bei der Quellung des Fichtensamens (Pförten) enthält in Prozent des Anfangsgewichts ausgedrückt Tab. 25. Die graphische Darstellung der Werte zeigt Abb. 53.

Im Kurvenverlaufe der normal gekeimten Proben ist wieder die Tendenz zur erhöhten Wasseraufnahme mit Ansteigen der Keimungstemperatur klar erkennbar. Die Werte der Gewichtszunahme steigen proportional mit der Temperatur. Die Kurven der belichteten Samenproben verlaufen wieder unter jenen der normalgekeimten. Auffallend ist das Fallen der 32° L-Kurve nach dem Erreichen eines Maximums, bis zu einem gewissen Gleichgewichtszustand der Wasseraufnahme und Verdunstung. Während bei der Kiefer (Abb. 51) wechselnd große Unterschiede in den Zahlenwerten der Temperaturstufen bestehen, gleichen sich diese bei der Fichte nach 90 Stunden annähernd aus. Die Differenz zwischen dem prozentualen Gewichtszuwachs der belichteten und normal gekeimten Proben ist beinahe gleich. Nach 96 Stunden bei 10° 8'43%, bei 25° 8'54%, nach 90 Stunden bei 32° 8'45%. Die Zahlenwerte der ungleichen Quellungszeiten (90 und 96 Stunden) sind praktisch vergleichbar, da die Kurven zwischen 90 und 100 Stunden annähernd gleiche Unterschiede beibehalten. Der Gewichtsverlust durch Verdunstung ist somit auf den drei Temperaturstufen (10°, 25° und 32°) gleichzusetzen.

Ein Vergleich der Quellungs- und Keimungskurven (Abb. 41 und 53) zeigt bei der Fichte nicht so enge Zusammenhänge zwischen beiden Vorgängen, wie bei der Kiefer.

Die Gegenüberstellung der Zahlenwerte in Tab. 21 und 25 ergibt ganz einwandfrei, daß bei der Kiefer bei vollkommen gleichen Versuchsbedingungen der Keimung, die Wasseraufnahme stets größer ist. Eine Ausnahme bilden die Anfangswerte bei 10° nach 3 und 5 Stunden mit etwas höheren Zahlen der Fichte (0'9—1'26%), ein Ausgleich zu Gunsten der Kiefer er-

folgte jedoch sehr rasch, nach 5 Stunden bei 10° L liegt die Kiefer um 0'11% schon höher. Aus den Unterschieden der prozentualen Gewichtszunahme ist weiterhin zu entnehmen, daß die Quellung bei der Kiefer auch schneller erfolgt. Dies entspricht ganz dem Verhalten der beiden Holzarten im Keimverlauf, mit dem früheren Keimbeginn der Kiefer. Auf S. 245

Wasseraufnahme des Fichtensamens.

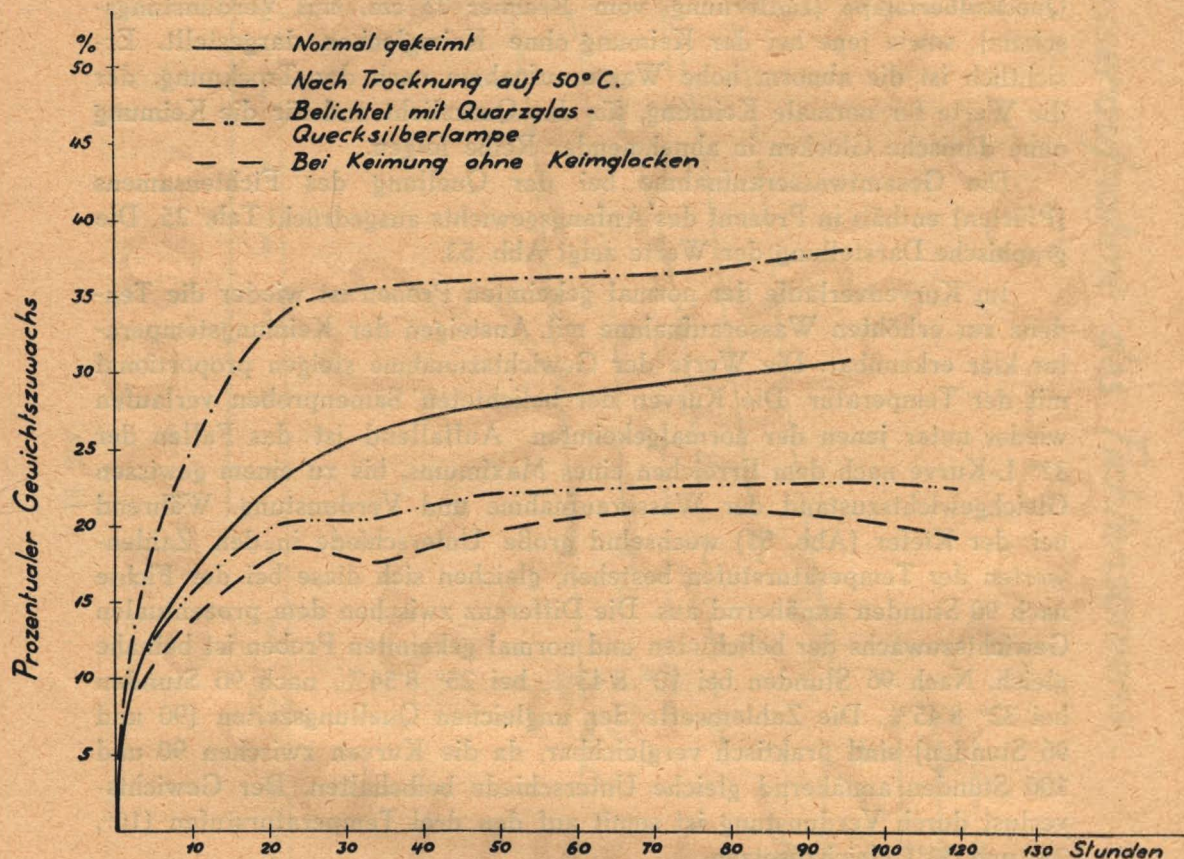


Abb. 54.

wurde im Anschluß an den langfristigen Austrocknungsversuch bei 50° schon auf den ökologischen Wert der raschen Wasseraufnahme des Kiefern-samens entsprechend den Kiefernstandorten hingewiesen. Gegen ein Übermaß an Wasser im Keimbett, ist die Kiefer nach früheren Versuchen der Waldsamenprüfungsanstalt empfindlich, in der Natur daran auch nicht gewöhnt. Die Fichte ist gegen Wasserüberschuß, gegen Wasser im Keimbett nicht so empfindlich und auch in der Natur an feuchtere Standorte ange-

paßt. Dies alles scheint durch die Samenschale geregelt zu werden. Interessant ist nun, daß es innerhalb der Kiefer so unterschiedliche Durchlässigkeitswerte zu geben scheint. Auf Tab. 19 fällt folgendes auf: Die dunkeln Körner der Tiefebenerasse Landstuhl und der Hochlagenherkunft Forbach verhalten sich bei beiden so unterschiedenen Herkünften fast genau gleich. Die Schwankung kommt durch die hellen Körner hinein, die bei Landstuhl außerordentlich viel rascher Wasser aufnehmen, bei Forbach aber weit unter den dunkeln Körnern liegen. Das Problem der Durchlässigkeit der Kiefern Samenschale scheint also weniger bei den dunkeln, als bei den hellen Körnern zu liegen. Sollte ein Samen der Ebene, wie Landstuhl gerade hellsame Sippen enthalten, die das Wasser im Frühjahr rasch und energisch dem Samen sichern, bevor die Frühjahrstrockenheit einsetzt? Und sollte der Gebirgssamen außer den schwarzen Körnern Sippen von ganz anderen hellsameigen Körnern enthalten, die auf dem feuchten Gebirgsboden ökologisch keinerlei Nachteile mit sich bringen, da ja Wasser genügend zur Verfügung steht? Es entsteht hier ein neues Problem, wenn man an die Klärung der Beschaffenheit der hellsameigen Körner herangeht. Jedoch ist es in der Wissenschaft immer so, daß durch neue Aufzeigung von Tatsachen oft nur ein Problem, wie im vorliegenden Falle das Verhalten der Samen bei der Temperaturstrahlung befriedigend geklärt werden kann, während sofort neue Fragen auftauchen. Dies ist wohl als Zeichen dafür zu werten, daß die vorliegenden Untersuchungen über die Rolle der Samenschale für die Keimung richtig sind, da sie eine neue Tatsache bringen, die der methodische Schlüssel für die Erfassung weiterer Erscheinungen zu werden verspricht. Im Rahmen dieser Arbeit kann darauf nicht näher eingegangen werden.

III. Katalaseuntersuchungen mit belichteten Kiefern- und Fichtensamen als Ausdruck photochemischer Prozesse.

Um einen besseren Einblick in die von der Temperaturstrahlung verursachten Vorgänge zu erhalten, wurde neben der Untersuchung der Wasseraufnahme auch das Verhalten des Katalasefermentes geprüft. Die längere Versuchsdauer der Lichtversuche, die Notwendigkeit, die fermentativen Grundlagen der aufgetretenen Keimungshemmungen aufzudecken, machte umfangreiche Arbeiten mit belichteten und unbelichteten (normalgekeimten) Samenproben zur Bedingung. Diese Katalaseversuche lehnten sich an die von Prof Dr. W. Schmidt⁴³⁾ und F. Schmieder⁴⁴⁾ früher

⁴³⁾ Schmidt: Das Katalaseferment im Kiefern Samen. (Forstarchiv, 1926.)

⁴⁴⁾ F. Schmieder: Katalase und Keimung. (Mitteilungen aus der Sächsischen forstlichen Versuchsanstalt zu Tharandt. Bd. III, Heft 2, 1927.)

ausgeführten Arbeiten an, erstreckten sich jedoch auf eine längere Versuchsdauer.

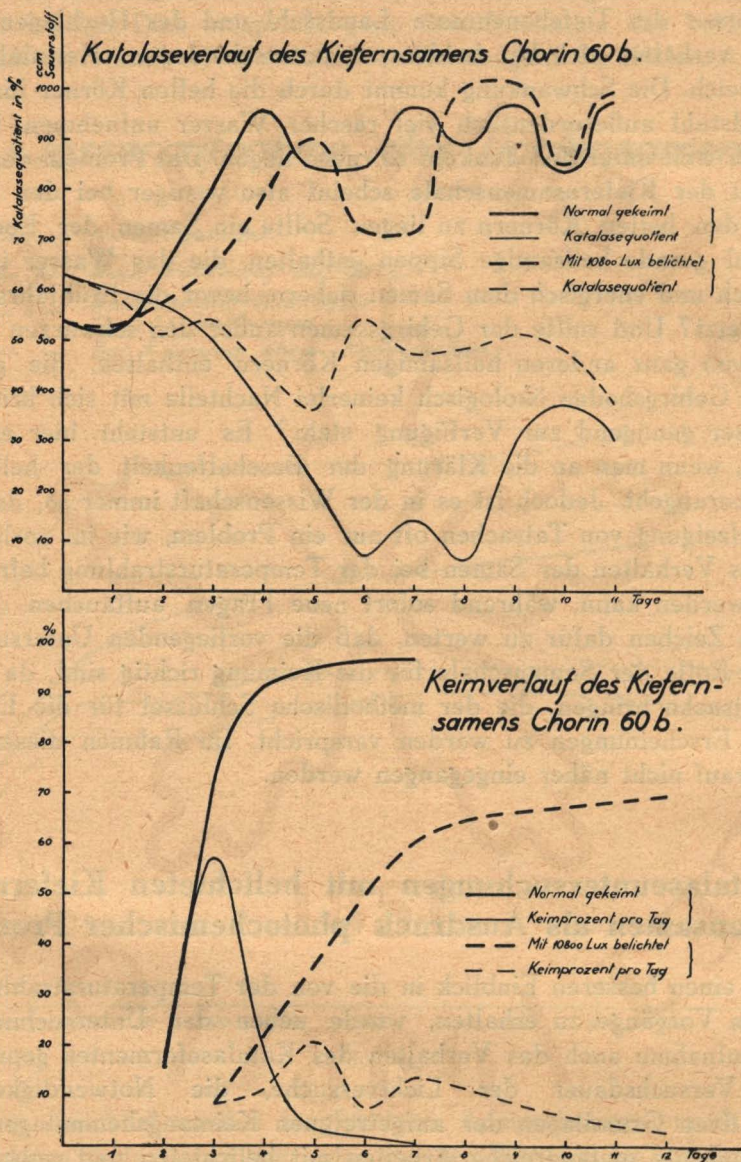


Abb. 55.

Schmieder nahm zu seinen Katalaseversuchen je Versuch einmal 5, dann 10 Samenkörner und konnte einen periodischen Verlauf der Katalasekurven feststellen, der bei der Versuchsreihe mit 10 Körnern viel ausge-

glichener war.⁴⁵⁾ Er wies jedoch selbst auf die möglichen Schwankungen — verursacht durch das ungleiche Trockengewicht der untersuchten Körner — hin.⁴⁶⁾

Bei den eigenen Versuchen wurden jedesmal 2 Parallelproben von 0.5 g Lufttrockengewicht untersucht; je nach der Korngröße enthielt eine Kiefern- etwa 80, eine Fichtenprobe etwa 60 Körner. Insoweit die Körner an den späteren Keimtagen schon gekeimt hatten, wurde die zur Fermentprüfung angesetzte Menge ebenfalls auf 0.5 g Ausgangsgewicht bezogen, d.

Tab. 26.
Katalaseuntersuchung des Kiefernensamens
Chorin 60b.

T a g e	Bei Normal- keimung auf 25°			Belichtet mit 10800 Lux, Raumtempe- ratur 25°			Keimung ohne Keimglocken, Raumtempe- ratur 32°			Belichtet mit Quarzlampe, 50 cm vom Brenner; ohne Verdunstungs- schutz			Belichtet mit Quarzlampe, 75 cm vom Brenner; mit Verdunstungs- schutz		
	An- fangs- wert	End- wert	Katalase- quotient ‰	An- fangs- wert	End- wert	Katalase- quotient ‰	An- fangs- wert	End- wert	Katalase- quotient ‰	An- fangs- wert	End- wert	Katalase- quotient ‰	An- fangs- wert	End- wert	Katalase- quotient ‰
	3'	30'		3'	30'		3'	30'		3'	30'		3'	30'	
	cm ³ Sauerstoff			cm ³ Sauerstoff			cm ³ Sauerstoff			cm ³ Sauerstoff			cm ³ Sauerstoff		
0	200	540	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	205	515	60	220	532	59	185	583	68	215	495	57	213	580	63
2	277	642	57	277	567	51	200	542	63	222	512	57	222	587	62
3	392	787	50	280	615	54	202	530	62	207	557	63	255	605	58
4	602	955	37	457	817	44	200	465	57	195	502	61	360	720	50
5	655	840	22	575	900	36	220	475	54	207	460	55	240	587	59
6	780	840	7	430	715	54	145	490	70	175	445	61	608	1012	40
7	840	972	14	380	712	47	155	458	66	205	435	53	810	990	18
8	835	885	6	515	1000	48	157	422	63	167	467	65	767	1053	27
9	690	965	29	495	1010	51	170	450	62	162	425	62	760	1043	27
10	520	830	37	440	845	48	180	435	59	177	437	60	835	1063	21
11	—	—	—	—	—	—	137*)	550	75	205*)	570	64	425	1088	61
12	—	—	—	—	—	—	280	780	64	—	—	—	750	1030	27
13	—	—	—	—	—	—	805	1042	23	—	—	—	850	1073	21
14	—	—	—	—	—	—	880	1023	14	—	—	—	480	852	44
15	—	—	—	—	—	—	958	1030	7	—	—	—	610	1042	41

*) Vom 10. Tage ab mit Keimglocken.

h. es handelte sich stets um diejenigen Keimpflanzen, die sich aus einer vorher abgewogenen Samenmenge von 0.5 g Ausgangsgewicht entwickelt hat. Die Proben sind also unmittelbar in sich vergleichbar. Die abgelesenen Sauerstoffmengen wurden nach Berechnung des arithmetischen Mittels der zwei Proben tabellarisch zusammengefaßt. Die Sicherheit der Ergebnisse ist nach dieser altbewährten Methode der Waldsamenprüfungsanstalt eine ziemlich große.

⁴⁵⁾ L. c. S. 84.

⁴⁶⁾ L. c. S. 78.

Infolge der langen Versuchsdauer (15—20 Tage), mußte wegen des schon erwähnten ungleichmäßigen Keimens der belichteten Samenproben mit größeren Schwankungen der Katalasewerte gerechnet werden. Diese konnten durch sorgfältiges Festlegen des Kurvenverlaufes so ausgeglichen werden, daß ein störungsfreier Vergleich der Kurven möglich ist.

Es wurde ein frischgedarrter Kiefern- (Chorin 60b) und Fichtensamen (Pförten), sowie ein einjähriger Kiefernnsamen (Landstuhl) zur Untersuchung unter verschiedenen Versuchsbedingungen herangezogen.

Den Verlauf der Sauerstoffabspaltung der Herkunft Chorin 60b veranschaulicht Abb. 55 in Verbindung mit den Keimungskurven; die Zahlenwerte enthält Tab. 26. Die Katalasekurve bei Normalkeimung steigt nach der von *Schmieder*⁴⁷⁾ festgestellten anfänglichen Depression steil an, verläuft ganz schwingungsmäßig. Die Kurve des Lichtversuches (10.800 Lux) steigt etwas langsamer — entsprechend der Keimverzögerung im Lichtfelde — erreicht infolge des aktivierenden Einflusses der Wärmestrahlen hohe Werte.

Schmieder hatte schon festgestellt,⁴⁸⁾ daß am Ende des Keimverlaufes ein zweites Minimum des Katalasewertes liege. Dies bezieht sich, wie aus dem Vergleich der Katalase- und Keimungskurven auf Abb. 55 ersichtlich ist, nur auf den normalen Keimverlauf. Im verzögerten Keimprozeß des Lichtversuches ist das Ende der Keimung nicht genau festzulegen. Darum wurde auf Grund gefundener Regelmäßigkeiten in der Sauerstoffabspaltung der sogenannte Katalasequotient berechnet und kurvenmäßig dargestellt. Es wurde vom Verfasser beobachtet, daß am Keimbeginn die weitaus größere Sauerstoffmenge nach der ersten Ablesung in 3' (Anfangswert) frei wird und der Unterschied zwischen Anfangs- und Endwert (Ablesung nach 30') der Katalase sehr groß ist. Bei fortlaufender Keimung ändert sich das Verhalten der Katalase in der Weise, daß anteilig innerhalb der ersten 3 Minuten immer größere Sauerstoffmengen energisch abgespalten werden, die nach 3' freiwerdende Menge jedoch immer geringer wird. Zahlenmäßig ließ sich dieser Vorgang mit dem Katalasequotienten erfassen. Diesen erhält man, wenn man die Differenz zwischen Anfangs- und Endwert der Katalase (die Menge des zwischen 3' und 30' abgespaltenen Sauerstoffes) in Prozent des Endwertes ausdrückt

$$\left[\frac{\text{Endwert} - \text{Anfangswert}}{\text{Endwert}} \times 100 \right].$$

Betrachtet man den Gang des Katalasequotienten bei Normalkeimung (Abb. 55 und Tab. 26), ist vom Keimbeginn (63%) ein stetes Fallen bis zum Ende der Keimung am 6. Tag auf 7% ersichtlich. Die Keimungskurve

⁴⁷⁾ F. *Schmieder*: Katalase und Keimung. S. 85.

⁴⁸⁾ L. c. S. 86.

zeigt das Ende der Keimung am 6. und 7. Tag an. Das im Gang befindliche Umstellen der Keimpflanzen auf den photosynthetischen Prozeß ist durch niedrige Werte des Katalasequotienten charakterisiert (6.—8. Tag). Nach erfolgter Umstellung auf den photosynthetischen Prozeß wird der Unterschied zwischen Anfangs- und Endwert der Katalase wieder größer, die Kurve des Katalasequotienten steigt wieder an.

Der Gang des Katalasequotienten beim Lichtversuch zeigt in Verbindung mit der Kurve der täglich gekeimten Samen (Keimprozent pro Tag) ein Fallen (5. Tag), als Zeichen des vollzogenen Keimprozesses einer

Katalaseverlauf des Kiefernnsamens Chorin 60b.

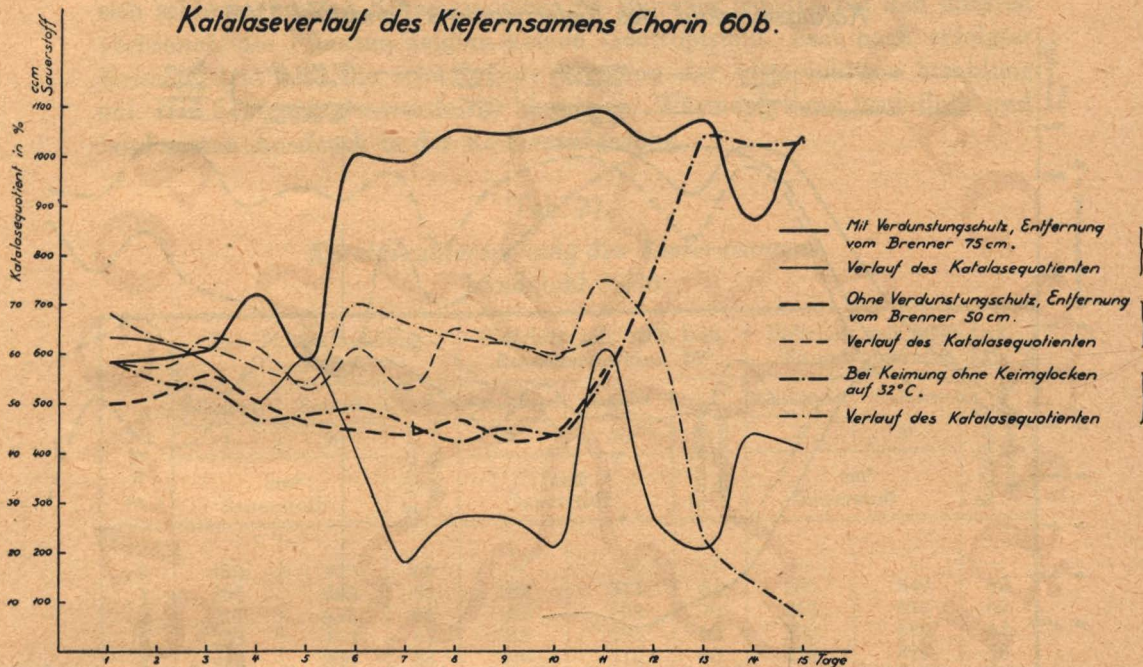


Abb. 56.

gewissen Kornzahl, dann steigt die Kurve wieder, um mit beendigter Keimung wieder zu sinken. Es ist weiterhin ersichtlich, daß der Vergleich der Katalase — mit den Keimungskurven durch die Darstellung der täglich gekeimten Kornzahl erleichtert wird. Eine gewisse Ähnlichkeit im Verlaufe dieser Kurven ist unverkennbar.

Die Katalaseuntersuchung des Kiefernnsamens Chorin 60b ergibt außer der gefundenen Verzögerung im Ansteigen der Kurve des Lichtversuches und den hohen Katalasewerten, daß im Einflusse der Temperaturstrahlung ein charakteristischer Zusammenhang zwischen Keimprozent und Katalaseendwert nicht besteht. Vielmehr wird die Katalase durch Temperaturstrahlung gesteigert, während gleichzeitig die Keimung gehemmt ist.

Auf Abb. 56 ist das Verhalten der Katalase bei anderen Versuchsbedingungen dargestellt. Diese Versuche sollten die bei den Keimungsuntersuchungen gewonnene Erfahrung bestätigen, daß die Quecksilberlampe nur durch ihre Wärmestrahlung die Keimung beeinflusst und das Sameninnere durch das biologisch und chemisch wirksame Ultraviolett nicht schädigt.

Eine Versuchsreihe wurde ohne Verdunstungsschutz auf 50 cm Entfernung der Wirkung der Quecksilberlampe ausgesetzt. Parallel lief eine zweite Reihe im auf 32° erwärmten Keimraum, ebenfalls ohne Keimglocken. Die Strahlungstemperatur des Brenners (33° C) und die Raumtemperatur

Katalaseverlauf des Kiefernensamens Landstuhl 35/36.

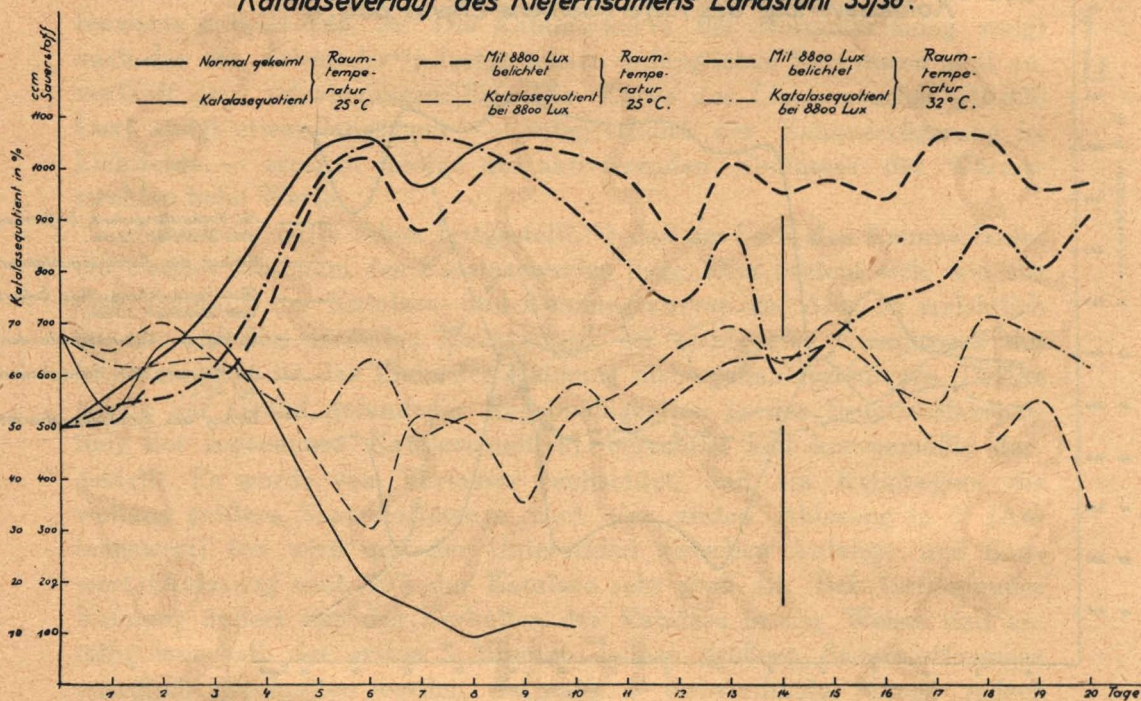


Abb. 57.

des Parallelversuches lassen einen Vergleich der Ergebnisse — trotz verschiedener Keimbedingungen — zu.

Die Katalasekurven beider Versuchsreihen laufen bis zum 10. Tag zum Zeichen dessen, daß keine Keimung erfolgt ist beisammen, ebenso verhalten sich die Katalasequotienten mit geringeren Schwankungen. Am 10. Keimtag wurden die Samenproben des unbelichteten Versuches mit Glocken versehen. Mit rasch ablaufender Keimung steigt die Katalasekurve steil an, behält selbst am 15. Tag ihren hohen Wert, während das Fallen des Katalasequotienten bis zum Minimum das Ende des Keimprozesses anzeigt. Der Quarzlichtversuch konnte wegen Platzmangel im ge-

geschlossenen Blechkasten einer zweiten Quecksilberlampe nach dem 11. Tag nicht weitergeführt werden.

Bei einer Brennerentfernung von 75 cm und mit Verdunstungsschutz (s. Abb. 17) keimte die Herkunft Chorin sehr ungleichmäßig. Manche Proben keimten sehr langsam (darum das tiefe Ergebnis der Katalasekurve am 5. Tag), manche schneller, darum ist der Verlauf des Katalasequotienten sehr unruhig. Die Katalasewerte liegen im allgemeinen hoch, der schwingungsmäßige Verlauf ist nicht so stark ausgeprägt, aber unverkennbar vorhanden. Die Keimpflanzen der gekeimten Körner entwickelten sich schlecht, zeigten Kümmerwuchs, die Wurzeln wurden bei den meisten verbrannt, die Pflanzen zeigten keinen Geotropismus. Erst nach erfolgter Keimung trat also die schädigende Wirkung der ultravioletten Strahlung auf. Das Sameninnere wurde nur durch die Wärmewirkung beeinflusst und fand seinen Ausdruck in der Keimverzögerung.

Tab. 27.

Katalaseuntersuchung des Kiefernnsamens
Landstuhl 35/36.

Tag	Bei Normalkeimung auf 25°			Belichtet mit 8800 Lux, Raumtemperatur 25°			Belichtet mit 8800 Lux, Raumtemperatur 32°		
	Anfangswert	Endwert	Katalase- quotient %	Anfangswert	Endwert	Katalase- quotient %	Anfangswert	Endwert	Katalase- quotient %
	3'	30'		3'	30'		3'	30'	
	cm ³ Sauerstoff		Katalase- quotient %	cm ³ Sauerstoff		Katalase- quotient %	cm ³ Sauerstoff		Katalase- quotient %
0	160	499	68	—	—	—	—	—	—
1	265	565	53	182	513	64	205	540	62
2	217	637	66	183	602	70	212	555	62
3	233	710	67	218	595	63	230	618	63
4	410	890	54	290	718	60	375	855	56
5	655	1033	35	537	947	43	415	865	52
6	860	1060	19	710	1017	30	388	1045	63
7	825	962	14	420	877	52	543	1045	48
8	940	1032	9	497	970	49	510	1065	52
9	928	1060	11	670	1035	35	460	942	51
10	933	1052	12	460	1020	55	355	857	58
11	—	—	—	420	975	57	440	855	49
12	—	—	—	293	855	65	320	735	56
13	—	—	—	308	1005	69	235	870	62
14	—	—	—	360	947	62	217	590	63
15	—	—	—	295*)	970	70	230*)	672	66
16	—	—	—	370	935	60	305	740	59
17	—	—	—	565	1053	46	355	773	54
18	—	—	—	570	1055	46	252	883	71
19	—	—	—	425	955	55	265	802	67
20	—	—	—	640	967	34	350	905	61

*) Am 14. Tag ins normale Keimbett gebracht.

Ein weiterer Katalaseversuch mit dem Kiefernnsamen Landstuhl (s. Abb. 57, Tab. 27) sollte das Ansteigen der abgespalteten Sauerstoffmengen mit Beendigung der Belichtung — ähnlich wie das Verhalten der Keimkurven auf Abb. 18 — veranschaulichen. Dieser Versuch gelang in dieser Hinsicht nicht, da aus versuchstechnischen Gründen mit einer Beleuchtungsstärke von 10.800 Lux nicht mehr gearbeitet werden konnte. Bei 8800 Lux keimten die Proben schon stark, das Aufholen nach Beendigung der Belichtung im Verhalten der Katalase konnte daher nicht mehr erfaßt werden. Der Versuch lief auf einer Raumtemperatur von 25° und 32°. Bei der Normalkeimung auf 25° zeigt die Katalasekurve einen ruhigen, ausgeglichenen Verlauf, ebenso verhält sich die Kurve des Katalasequotienten. Im Lichtversuch von 25° behält die Katalasekurve noch ihren schwingungsmäßigen Verlauf, doch zeigt der Katalasequotient die ungleichmäßige Keimung der Proben recht deutlich. Das Aufholen nach 14-tägiger Belichtung ist wegen der geringen Hemmung von 8800 Lux im Katalaseverlauf nicht zu erkennen.

Tab. 28.

Katalaseuntersuchung des Fichtensamens
Pforten 36/37.

T a g e	Bei Normalkeimung auf 25°			Belichtet mit 10800 Lux, Raumtemperatur 25°			Keimung ohne Keimglocken, Raumtemperatur 32°			Belichtet mit Quarzlampe, 50 cm vom Brenner; ohne Verdunstungsschutz			Belichtet mit Quarzlampe, 75 cm vom Brenner; mit Verdunstungsschutz		
	Anfangswert	Endwert	Katalasequotient	Anfangswert	Endwert	Katalasequotient	Anfangswert	Endwert	Katalasequotient	Anfangswert	Endwert	Katalasequotient	Anfangswert	Endwert	Katalasequotient
	3'	30'		3'	30'		3'	30'		3'	30'		3'	30'	
	cm³ Sauerstoff			cm³ Sauerstoff			cm³ Sauerstoff			cm³ Sauerstoff			cm³ Sauerstoff		
0	127	217	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	92	182	49	87	180	51	110	252	56	102	205	51	115	227	49
2	165	327	50	95	210	55	95	208	54	105	202	48	133	285	53
3	180	400	55	75	190	61	110	207	47	90	235	62	150	305	51
4	267	630	57	75	247	70	115	200	43	80	245	67	220	352	38
5	315	765	59	122	400	69	90	185	51	105	302	65	260	418	38
6	255	545	53	95	245	61	68	198	66	87	230	62	220	415	47
7	455	790	42	80	215	63	87	162	46	85	215	61	223	367	39
8	265	700	62	215	460	53	90	175	49	70	192	64	190	365	48
9	217	667	68	110	290	62	67	140	52	80	202	61	240	425	44
10	270	755	64	240	550	56	83	155	46	75	190	61	187	330	43
11	225	692	67	120	307	61	75*)	242	69	72	215	62	190**)	560	66
12	245	680	64	130	302	57	110	260	58	87	195	55	305	517	41
13	227	717	68	92	227	60	282	495	43	97	210	54	315	623	50
14	300	810	63	147	367	60	425	605	30	75	187	60	405	675	40
15	267	787	66	190	467	59	375	748	50	77	160	52	470	812	42

*) Vom 10. Tage ab mit Keimglocken.

**) Vom 10. Tage ab im normalen Keimbett.

Der Lichtversuch bei 32° zeigt auch einen unausgeglichnen Verlauf der Katalasekurve, mit geringeren Schwankungen des Katalasequotienten. Die größere Anfälligkeit des einjährigen Samens bei hoher Temperatur

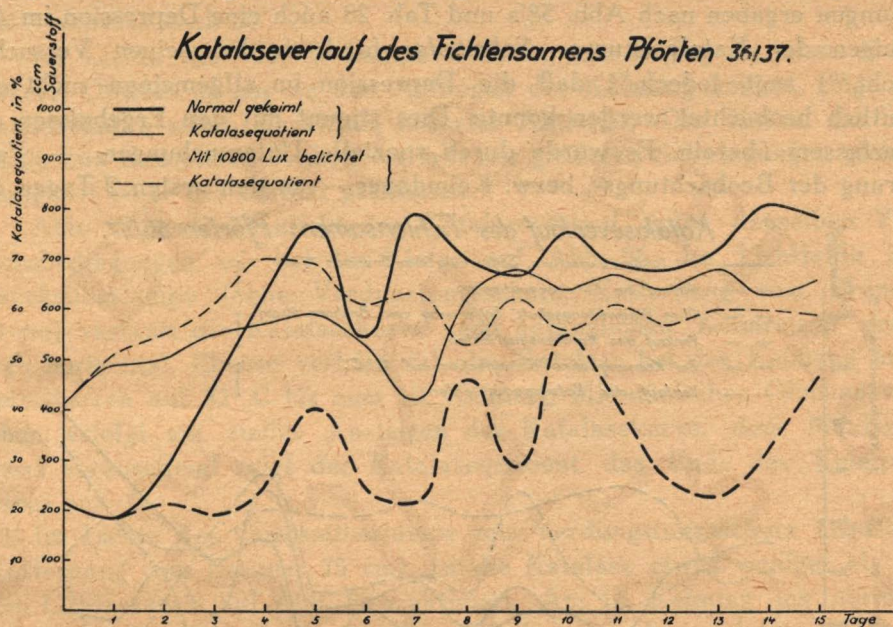


Abb. 58/a.

Keimverlauf des Fichtensamens Pforten 36/37.

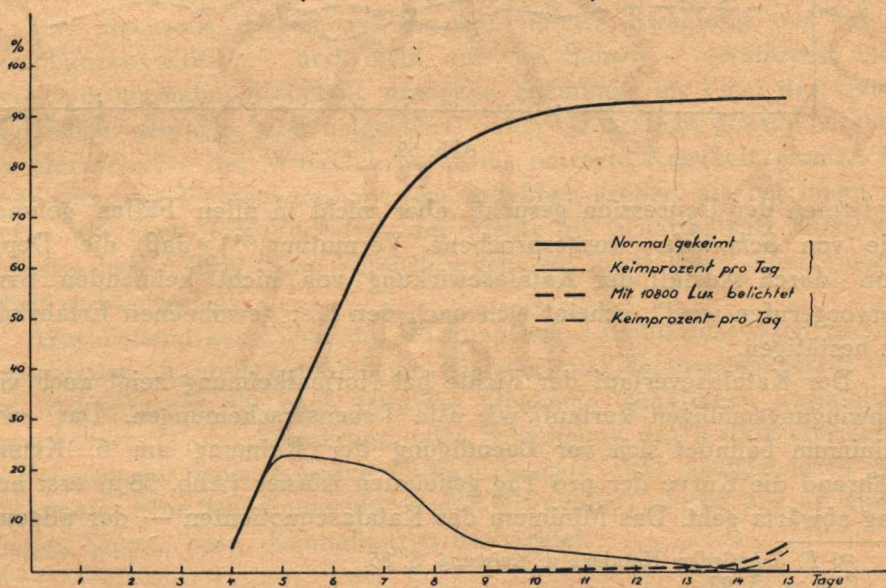
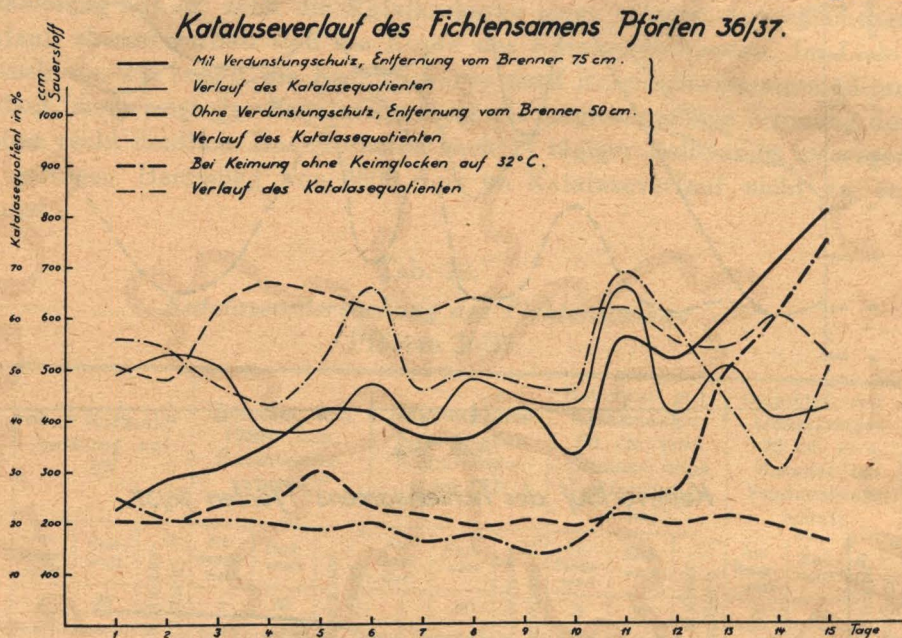


Abb. 58/b.

ergibt trotz des aktivierenden Einflusses der Wärmestrahlung geringere Werte der abgespaltenen Sauerstoffmenge.

Die mit der Fichtenherkunft Pforten ausgeführten Katalaseuntersuchungen ergaben nach Abb. 58/a und Tab. 28 auch eine Depression im Ansteigen der Katalasekurve. Schmieder fand sie bei seinen Versuchen nicht,⁴⁹⁾ sagt jedoch,^{*)} daß die Depression im allgemeinen nicht einheitlich beobachtet werden konnte. Dies stimmt mit den Ergebnissen des Verfassers überein. Es wurde durch spezielle Untersuchungen — Variierung der Beobachtungs-, bzw. Keimdauer — in den ersten 2 Tagen das



Auftreten der Depression gesucht, aber nicht in allen Fällen gefunden. Die von Schmieder ausgesprochene Vermutung,^{**)} daß die Depression „durch Ausfall der Katalasewirkung von nicht keimenden Samen hervorgerufen wird“, scheint sich nach den hier gewonnenen Erfahrungen zu bestätigen.

Der Katalaseverlauf der Fichte bei Normalkeimung zeigt auch einen schwingungsmäßigen Verlauf, wie alle Lebenserscheinungen. Das zweite Minimum befindet sich vor Beendigung der Keimung am 6. Keimtag, während die Kurve der pro Tag gekeimten Körner (Abb. 58/b) erst am 7. Tag abwärts geht. Das Minimum des Katalasequotienten — der allgemein

⁴⁹⁾ F. Schmieder: Katalase u. Keimung, S. 85.

^{*)} L. c. S. 92.

^{**)} L. c. S. 92.

höhere Werte ergab, als bei der Kiefer — geht dem Ende der Keimung auch etwas voraus. Auch hier charakterisiert der Katalasequotient das Endstadium des Keimprozesses besser, u. zw. besser als die Kurve der Katalasewerte nach 30'.

Im Lichte der 1500 W-Lampe keimten vom 9. Tag an kaum einige Körner. Obwohl es nur zu den Anfängen der Keimung kommt, zeigt die Katalasekurve schon Anzeichen höchster Aktivität. Die Kurve der mit 10.800 Lux belichteten Proben verläuft mit größeren Schwingungen gleichsinnig mit jener der normal gekeimten.

Abb. 59 veranschaulicht den Katalaseverlauf unter denselben Versuchsbedingungen, wie bei der Kiefer auf Abb. 56. Im Lichtfelde der Quecksilberlampe (ohne Verdunstungsschutz, Entfernung vom Brenner 50 cm) verläuft die Katalasekurve nach anfänglichen Keimreizen praktisch horizontal. Ebenso verhält sich die Katalase bei der Keimung ohne Keimglocken auf 32° C bis zum 10. Keimtag. Mit dänischen Glocken versehen, erfolgt ein steiles Ansteigen der Katalasekurve, dem Maximum etwas vorausleitend zeigt der Katalasequotient das Ende des Keimprozesses an.

Im Lichte der Quecksilberlampe mit Verdunstungsschutz angesetzt (Entfernung vom Brenner 75 cm), ist die Katalase etwas weniger als bei dem Lichtversuch auf Abb. 58/a aktiviert. Am 10. Keimtag ins normale Keimbett gebracht und mit dänischen Glocken versehen, erfolgt wieder ein schnelles Ansteigen der abgespalteten Sauerstoffmenge. Bei diesem Versuch kam es im Lichtfelde zu keiner Keimung.

Zum Nachweis dessen, daß die ultraviolette Strahlung nur auf die Keimpflanzen selbst — und nicht auf die Samen — zerstörend wirkt, wurden im normalen Keimbett erzogene Keimlinge ins Licht der Quecksilberlampe gebracht, und umgekehrt, unter Quarzlicht gekeimte Samen vom Hervortreten des Würzelchens ab ins normale Keimbett gesetzt. Die Schädigung der Fichtenkeimlinge war erheblich größer, als bei jenen der Kiefer, was auch dem Verhalten der Fichte als Schattholzart entspricht. Verfasser beabsichtigt diese Versuchsergebnisse im Rahmen einer anderen Arbeit zu besprechen.

Abschließend kann über die Wirkung hoher Lichtintensitäten und der ultravioletten Strahlung auf keimende Kiefern- und Fichtensamen gesagt werden, daß entgegen der nach *Ostwald* allgemein gehaltenen Feststellung *Oppenheimers*⁵⁰⁾ eine Zerstörung, oder Schädigung des Katalasefermentes im Rahmen der umfangreichen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden konnte. Eine Schädigung durch das Ultraviolett wurde nur an ausgekeimten Samen, bzw. Keimpflanzen beobachtet.

⁵⁰⁾ *Lehmann—Aichele*: Keimungsphysiologie der Gräser (Gramineen). S. 579.

Literatur.

- Berliner—Scheel:** Physikalisches Handwörterbuch, 1932.
- Cieslar:** Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen. (Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, 1883. Bd. VI.) — Versuche über Aufbewahrung von Nadelholzsaamen unter luftdichtem Verschuß. (Zeitschr. f. d. g. Forstwesen, 1897.)
- Dengler:** Waldbau auf ökologischer Grundlage. II. Aufl. 1935.
- Friedrich-Schreiber:** Die methodischen Grundlagen beim Arbeiten mit spektral zerlegtem Licht. (Ergebnisse der medizinischen Strahlenforschung. Bd. V. Leipzig, 1931.)
- Gassner:** Vorläufige Mitteilung neuerer Ergebnisse meiner Keimungsuntersuchungen mit *Chloris ciliata*. (D. Bot. Ges., 1911.)
- Haack:** Über die Keimung und Bewertung des Kiefernsaamens nach Keimproben. (Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen, 1906.) — Die Beschaffung des Kiefern- und Fichtensaamens einst, jetzt und künftig. (Mitteilungen des deutschen Forstvereins 1908—1909.) — Die Prüfung des Kiefernsaamens. (Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen, 1912.)
- Heinricher:** Die Beeinflussung der Samenkeimung durch das Licht. (Wiesner-Festschrift, 1908.) — Die Samenkeimung und das Licht. (Deutsche Botanische Gesellschaft, 1908.)
- Hiltner—Kinzel:** Über die Ursachen und die Beseitigung der Keimungshemmungen bei verschiedenen praktisch wichtigeren Samenarten. (Naturw. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 1906.)
- Kienitz:** Vergleichende Keimversuche mit Waldbaumsamen aus klimatisch verschieden gelegenen Orten Mitteleuropas. (Botanische Untersuchungen von N. J. C. Müller, 1879). — Über Formen und Abarten heimischer Waldbäume. (Berlin, 1879. J. Springer.)
- Kinzel:** Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung. (Deutsche Botanische Gesellschaft, 1907. Bd. 25.) — Die Wirkung des Lichtes auf die Keimung. (Deutsche Botanische Gesellschaft, 1908. Bd. 26.) — Frost und Licht als beeinflussende Kräfte der Samenkeimung. (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 1915.) — Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. (Stuttgart, Ulmer, 1912, 1915, 1920, 1926.)
- Kohlrausch:** Praktische Physik. 17. Aufl. 1935.
- Köppen, W.:** Die Klimate der Erde, 1923.
- Lakon:** Der Keimverzug bei den Koniferen- und hartschaligen Leguminosensamen. (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft.)
- Lehmann:** Neuere Untersuchungen über Lichtkeimung. (Sammelreferat. — VIII. Jahresber. des Vereins für angew. Botanik, 1916.) — Beeinflussung der Keimung lichtempfindlicher Samen durch die Temperatur. (Zeitschr. f. Botanik, 1912.)
- Lehmann—Aichele:** Keimungsphysiologie der Gräser (Gramineen). Stuttgart, 1931.
- Mihályi:** A csonkamagyarországi erdeifenyő-telepítések származástani problémái a magvizsgálat szempontjából. (Erdészeti Kísérletek, 38. évf., 1—2. sz.)
- Nobbe:** Handbuch der Samenkunde. 1878.
- Schmidt:** Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut, 1930. — Das Katalaseferment im Kiefernsaamen. (Forstarchiv, 1926.)
- Schmieder:** Katalase und Keimung. (Mitteilungen aus der Sächsischen forstlichen Versuchsanstalt zu Tharandt. Bd. III, Heft 2, 1927.)
- Tsi:** Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung von Nadelholzsaamen verschiedener Standortsrassen und Holzarten als Ausdruck erblicher Strukturunterschiede. 1933. Peiyang Press, Tientsin—Peiping.

Csirázásfiziológiai vizsgálatok mesterséges fényforrások alkalmazásával.

Írta: Gerlai Arnold.

Annak vizsgálatát tűztük ki feladatul, milyen hatással vannak az erdei- és lúcfenyőmag csirázására a különböző csirázási feltételek, különösen pedig az erős fényforrások. A fény és hő szoros kölcsönhatására való tekintettel a vizsgálatok különböző hőmérsékleten folytak, mert más idevágó eredmények mérlegelésével feltételeztük, hogy optimális hőmérséklet mellett csak csekély eltérések lesznek a csirázás menetében észlelhetők, ha ilyenek egyáltalán jelentkeznek. Fontos kérdés volt az is, mutatkoznak-e az erős fény hatására olyan jelenségek, melyek a származási helyre jellemzőek?

Hogy az erősebb fény hatása különböző hőfokon észlelhető legyen, közönséges csirázási feltételek mellett párhuzamos kísérletek folytak, melyek csak a hőhatást mutatták. Az eredmények így *Kienitz* és *Tsi* munkáival összehasonlíthatók.

A csirázási kísérleteknél 9 erdei- és 11 lúcfenyő származást használtunk, mivel nagyszámú újgyűjtésű magpróba beszerzése az egyenlő magállapotra való tekintettel nem látszott biztosítottnak. Tekintettel voltunk arra is, hogy a magvak téli állapotukban csiráztassanak.

Az összehasonlító csiráztatásokat igen sok tényező befolyásolja. Ezeknek kiküszöbölése még a legnagyobb gondosság mellett is rendkívül nehéz. A mag állapotára hatással van a maggyűjtés ideje és ennek körülményei, a pergetés, szárnytalánítás, a mag raktározása, szállítása stb. Fontos tényező a mag kora. Bár az erdei- és lúcfenyőmag megfelelő tárolás esetén csiraképességét évekig megtartja, tudományos vizsgálatoknál a különböző korú magvak alkalmazását kerülni kell. A csiraképesség megmarad, de a csirázási erély már korán és nagymértékben megváltozhat; továbbá oly periódikus változásnak van alávetve, mely tavasszal kulminál. A csirázási erély értékelésénél tehát igen óvatosan kell eljárunk. A mag öregedése megnehezíti az összehasonlítást különböző korú próbáknál. Az öregedés a nedvességgel szemben való fokozott érzékenységekben, vagy periódikusan fellépő csirázási tehetetlenségben nyilvánul és a magbelső labilis egyensúlyi állapotának tekinthető. A fényforrásokkal végzett kísérleteink során sikerült beigazolnunk, hogy bizonyos fényhatással a csirázási tehetetlenség megszüntethető. A termőhely éghajlati befolyása, a változó magállapot és a mag öröklött tulajdonságai komplex összefüggést mutatnak, melyből a fajtajellegek nehezen hámozhatók ki. Ha tehát a magvak a gyűjtéstől a vetésig nem teljesen azonos kezeléson mennek át, sok hibalehetőség adódik az összehasonlító csiráztatásoknál, ezek sokszor kétséssé tehetik az egész

eredményt. Az összehasonlító csíráztatás — még leggondosabb magbeszerzés és kezelés esetén is — bizonytalan alapokon nyugszik, mert különböző állapotú magvakat a csírázás menete szerint összehasonlítani nem tanácsos. A magállapot elnyomhatja az esetleg mutatkozó fajtajellegeket, különben az összehasonlító csíráztatással már sok esetben sikerülni kellett volna azokat kimutatni.

A kísérletek két részben folytak: Az egyik kísérletsorozat közönséges csírázási feltételek mellett (szórt napfénynél) három hőfokon (10° , 25° és 32°), egy sorozat szintén három hőfokon fehér fény és egy 25° -on kvarclámpa alkalmazásával. Minden hőfokra egy normális és egy megvilágított kísérlet jut, kivételt képez a kvarcfényben csíráztatott sorozat, mely optimális szobahőmérsékleten futott. A főkísérlet két hónapig tartott és 52.000 darab mag került vizsgálat alá.

Az erdeifenyőmaggal végzett normális csíráztatás eredményei.

1. A vizsgált elterjedési területen belül a három hőfokon (10° , 25° és 32° C) végzett csíráztatás a fajtajellegre jellemző különbségeket nem mutatott ki.

2. A csírázás menete alapján a meleg vidékről származó magvakat a hideg vidékiektől nem lehetett elkülöníteni.

3. A frissen pergetett, jó csíráképességű erdeifenyőmag minden körülmények közt jól csírázik, míg a régi, sérült, vagy éretlen mag egészen rendellenesen viselkedhet. A magnak ez a viselkedése a mindenkori magállapot kifejezője, mely a fajtajellegtől független, tehát abból a fajtajellegre következtetni nem lehet.

4. Különböző magállapotú próbákkal összehasonlító csíráztatást végezni nem tanácsos, mert az eltérő magállapot következtében fellépő nagy különbségek az összehasonlítást bizonytalanná teszik.

5. Egyenlő külső feltételek mellett (víz, meleg, világosság és levegő) a csírázás lefolyása a mindenkori magállapot függvénye, mely a fajtajellegből folyó esetleges eltéréseket elfedi.

A lúcfenyőmaggal végzett normális csíráztatás eredményei.

1. A lúcfenyőmaggal végzett összehasonlító csíráztatás nem mutatott teljes biztonsággal olyan eltéréseket, melyek a fajtajellegre jellemzőek.

2. Egyenlő csírázási feltételek esetén a lúcfenyőmag csírázási menete — az erdeifenyőmaghoz hasonlóan — szintén a magállapottól függ.

3. A meleg vidékről származó magvakat a hideg vidékiektől a csírázás lefolyása alapján kifogástalan módon nem lehetett elkülöníteni.

4. A magas csíráképességű lúcfenyőmagnak 25° -on kisebb a csírázási erélye, mint a hasonló minőségű erdeifenyőmagnak — abban az esetben is, ha a csírázás későbbi kezdetétől eltekintünk. Kivétel a 10° -on való csi-

ráztatás, mely hőfokon a lúcfenyőmag gyorsabban csirázott, mint az erdei-fenyő.

5. A lúcfenyőnél csak magas csiraképességű magvakat lehet a csirázás menete alapján összehasonlítani, különben a magállapot bizonytalanná teszi az eredményt.

Az erős fényforrások hatása az erdei-fenyőmag csirázására.

1. Az adott kísérletelrendezésnél a magas intenzitású fehér fény friss-pergetésű, kifogástalan magnál a csirázás menetének késleltetését okozta és pedig hősugárzás által. A csiraképesség csökkenése radiációs hőmérővel mért $36^{\circ}6'$ C-on állt be.

2. Az öreg vagy sérült magpróbák csirázási menetei nagy eltéréseket mutatnak, amiket a szabályostól eltérő magállapot idéz elő.

3. Régi magnál sikerült a csirázási tehetetlenséget erős fény alkalmazásával megszüntetni. Ez azonban csak akkor következik be, ha a magpróbákat az erős fénykezelés után normális körülmények között csiráztatjuk tovább.

4. Bizonyos feltételek mellett az optimum feletti vagy alatti hőmérsékleten elért csirázási eredmények összehasonlíthatók.

5. A kvarclámpa a csirázást csak hősugárzással befolyásolja. Az ibolyántúli sugarak a magra kimutatható hatással nem voltak, a csiranövényeket azonban károsan befolyásolták.

6. A magszármazásoknak a meleg vagy hideg vidékek, vagy a fényklíma szerint való elkülönítése a végzett kísérletek eredményei alapján nem volt lehetséges.

7. Olyan eltérések, melyek a fajtajellegre jellemzőek volnának, a csirázás menetében nem voltak kimutathatók.

8. A csirázás lefolyását minden esetben a magállapot szabta meg.

Az erős fényforrások hatása a lúcfenyőmag csirázására.

1. A hősugárzás a lúcfenyőmag csirázási menetét erősen késlelteti, a származási helyre való tekintet nélkül. A késleltetés 25° C szobahőmérsékleten volt a legkisebb, ezt követik a 10° C-on, majd a kvarcfényben elért eredmények. 32° C-os szobahőmérsékleten (radiációs hőfok $36^{\circ}6'$) a fénymezőben egyáltalában nem csirázott a lúcfenyőmag.

2. A megvilágítás befejezése után minden kísérletsorozatnál utócsirázás indult a teljes csiraképesség eléréséig. Az utócsirázás leglassabban 10° C-on ment, az eredmények mélyen az optimális értékek alatt maradtak.

3. A csiraképesség maradandó csökkenése — mint a hősugárzás folyamánya — nem volt kimutatható.

4. A kvarclámpa hatása a lúcfenyőmagnál is tisztán hőhatásnak bizonyult. Az ibolyántúli sugarak a csiraképességet nem csökkentették.

5. A származások megkülönböztetése meleg- és hidegvidékiek szerint a csirázás menetei alapján nem volt lehetséges.

Az erdei- és lúcfenyőmag vízfelvétele.

Mivel az erős fényforrásokkal végzett kísérleteknél a csirázás menetének késleltetése elsősorban az ultravörös sugaraknak a párolgás növelése miatt volt tulajdonítható, a magvak vízfelvételét különböző viszonyok mellett vizsgáltuk.

A fénymezőben sok esetben egyenlőtlen csirázást figyeltünk meg az erdeifenyőmagnál, mely jelenségre nehéz volt elfogadható magyarázattal szolgálni. A vízfelvétel vizsgálatával sikerült kimutatni azt, hogy a világos és sötét színű magvaknál a vízfelvétel különböző. A világos színű magvak korábbi és gyorsabb csirázása a gyorsabb vízfelvétellel és nem a fényhatással van összefüggésben. A vízfelvétel görbéi a csirázási görbékkel egyértelműen futnak és szembetűnően mutatják a vízfelvétel és csirázás közt fennálló szoros összefüggést. A vízfelvételnél mutatkozó csekély különbségek a csirázás menetére kétségtelenül befolyással vannak. Minél nagyobb a vízfelvételnél mutatkozó súlykülönbség, annál nagyobb az eltérés a csirázás lefolyásában is.

Normális csiráztatás esetén emelkedő hőmérséklettel a vízfelvétel is nagyobb lesz. Ez a jelenség teljesen megfelel a kalászosok magjaival nyert adatoknak és a sejtfalak nagyobbodó permeabilitásában leli magyarázatát.

A vízfelvétel vizsgálata teljes fényt derített a csirázás menetének a fénymezőben tapasztalt késleltetés okára. Ez a késleltetés nem a fényhatásra, hanem a magvaknak a hősugárzás által okozott fokozott vízpárolgására vezethető vissza.

A lúcfenyőmagnál normális csiraágyban a felvett víz mennyisége szintén a hőmérséklettel nő. A csirázás menetének a fénymezőben tapasztalt késleltetése is a hősugárzás okozta nagy elpárolgásra vezethető vissza.

Tsi megállapításával szemben sikerült annak számszerű kimutatása, hogy az erdeifenyőmag a csirázásnál több vizet vesz fel, mint a lúcfenyőmag. Előbbi a vízzel szemben sokkal érzékenyebbnek bizonyult. A lúcfenyőmag a csiraágyában mutatkozó fölös vízzel szemben nem oly érzékeny, a természetben is nedvesebb termőhelyhez alkalmazkodott.

*

Ezt a dolgozatot az eberswaldei erdészeti főiskola tanácsa disszertációként fogadta el.

Az eberswaldei erdei magvizsgáló állomás vezetőjének: *Dr. Schmidt Werner* professzor úrnak ez alkalommal is legmélyebb köszönetemet és hálámat tolmácsolom az intézetében élvezett munkalehetőségért és a nagymérvű támogatásért.

A Cajander-féle erdőtípusok talajbiológiai alapjenségeiről.

írta: V. E. Svinhufvud, Helsinki.

A M. Kir. József-Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Növényteni Intézetéből, Sopron.

Bevezetés.

Az erdőgazdaságban és az erdészeti gyakorlatban a termőhely jóságának meghatározására nagyon sok eljárás van használatban. A legjobban azok a régebbi eljárások vannak elterjedve, amelyek a termőhelyjóság megítélését az állományok vizsgálatára alapítják. Nem hiányoztak olyan eljárások sem, amelyek megkísérelték azt, hogy kémiai analízisek segítségével különítsék el egymástól vagy határozzák meg a termőhelyeket, illetőleg ezeknek jóságát. Ezzel ellentétben Észak-Európa kiterjedt, nagy erdőállományokkal rendelkező államaiban, ahol nagyon sok nagykiterjedésű, egyöntetűen felépített állományt találunk, már régebb idő óta alkalmaznak olyan eljárásokat, amelyek a termőhelyeket nem valamilyen mesterséges tulajdonság alapulvétele, hanem természetes sajátságok alapján kísérelték meg elhatárolni. Így csak röviden szeretnék arra rámutatni, hogy Finnországban ezek a törekvések már meglehetősen régiek. Sajnos, ezen a téren sem sikerült általánosan használható és minden tekintetben megfelelő termőhelyi osztályokat találni.

A megfelelő eljárások és módok keresése alkalmával a figyelem mindjobban a talajjellemző növényekre irányult, mert hiszen közismert dolog, hogy az északeurópai kiterjedt nagy erdőkomplexumokban a talajjellemző növényzet egyszerű és nagy területeken egységes. Már korábban Hull 1881-ben, Norllin 1870—71-ben, Blomquist 1872-ben megkísérelték a talajjellemző növényeket a termőhelyi osztályok megállapításánál alapul és segítségül venni. Ezek a kísérletek azonban mindaddig sikertelenek maradtak, amíg a kérdés megoldását Cajander nem vette a kezébe. Jellemző különben, hogy ő az első vizsgálatait 1904- és 1905-ben Németországban

végezte. Első nagyobb munkáját 1909-ben hozta nyilvánosságra s az itt lefektetett alapelveit későbbi kiterjedt munkásságában építette azután tovább. Az idevonatkozó nagyobb munkái 1916-, 1923-, 1925- és 1930-ban jelentek meg. Nagyon természetesen *Cajander* munkássága alapján, amely munkásság az erdőtípuselméletet létrehozta, egy sereg más kutató is dolgozott ebben az irányban. Névleg meg szeretném említeni *Illvessalo* és *Lönnroth*nak a munkásságát Finnországban, továbbá *Schoenichen* és *Heinburger* kutatásait Németországban.

Az erdőtípuselmélet gyakorlati alkalmazását természetesen Finnországban építették ki legjobban. Ezen a téren különösen *Illvessalo* és *Lönnroth* munkássága volt alapvető jelentőségű. A finn erdőkben, különösen a finn állami erdőkben már 1913 óta az erdőtípusok, illetőleg az ezekre alapított erdőrendezési, erdőművelési és erdőhasználati beavatkozások az egész állami erdőgazdálkodás alapját képezik és a termőhelyi jóságnak kifejezését kizárólag az erdőtípusok segítségével vitték keresztül. *Cajander* alapvető munkássága után nem hiányoztak olyan kísérletek sem, amelyek az erdőtípusok és az erdőtalajok kémiai-fizikai sajátosságai között megfelelő kémiai vizsgálatok segítségével igyekeztek összefüggéseket létesíteni. Ebben a viszonylatban különösen *Aaltonen* és *Valmari* nevét szeretném megemlíteni. Különösen *Valmari* végzett részletes és beható vizsgálatokat, amelyeknek a során közel 600 talajpróbát vizsgált meg. *Valmari* vizsgálatainak kapcsán részletesen analizálta az izzítási veszteségeket, az elektrolitek mennyiségét, a nitrogéntartalmat, azután a foszfor-, káli- és mésztartalmat. A foszfor- és a kálitartalmat 0,2 n sósav alkalmazásával határozta meg. Vizsgálatait a legfelső 20 cm vastag talajrétegre vontkoztatta. Az eredményeit, amelyeket határonként kg-okban fejezett ki, minthogy ezek a további kísérletek számára is nagyon fontosak, a következőkben közlöm:

1. sz. táblázat.

Tabelle 1.

	Pro ar		Pro ha in kg*)			
	Izzítási veszteség Glühverlust	Összes elektrolyt Gesamt-Elektrolytmenge	N.	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
AT. . .	1.894	578	4.500	284	840	4.012
OMaT. .	1.771	781	4.760	250	642	1.760
OMT. .	1.448	794	3.315	492	486	1.478
MT. . .	1.237	497	2.428	910	446	1.257
VT. . .	1.029	271	1.720	1.479	449	996
CT. . .	1.085	488	1.547	1.080	429	680
C/I. . .	601	220	860	1.471	531	464

*) A felső 20 cm-es talajrétegben. — In der obersten 20 cm tiefen Bodenschichte.

Ez a táblázat azt mutatja, hogy az egyes megvizsgált kémiai sajátságok és az erdőtípusok minősége között csak a mész- és a nitrogéntartalom között találhatunk összefüggéseket.

Illvessalo később tovább haladt a megkezdett úton és Valmari vizsgálati eredményei alapján az egyes erdőtípusok növekedése és a talaj sajátságai között bizonyos korrelációkat állapított meg, amely korrelációkat koefficiensekkel a következőkben közlöm:

2. sz. táblázat.

Tabelle 2.

Izzítási veszteség — Glühverlust	$r = 0'435 \pm 0'078$
Összes elektrolytmennyiség — Gesamt-Elektrolytgehalt	$r = 0'407 \pm 0'081$
Nitrogéntartalom — Stickstoffgehalt	$r = 0'736 \pm 0'056$
Mésztartalom — Kalkgehalt	$r = 0'612 \pm 0'069$
Kálitartalom — Kaligehalt	$r = 0'214 \pm 0'091$
Foszforsavtartalom — Phosphorgehalt	nincs korreláció — keine Korrelation

Megint a nitrogén- és mésztartalom azok a tényezők, amelyek a legkifejezettebb összefüggéseket mutatják, úgyhogy valószínűnek látszik az a feltevés, hogy az egyes erdőtípusoknak a termőerejét ez a két tényező jellemzi legjobban.

Az én biológiai vizsgálataim szempontjából különösen fontosnak tartom azokat, amelyeket Aaltonen 1925-ben végzett. Ezen vizsgálatainál, amelyeknek a folyamán közel 800 humuszban gazdag talajt vizsgált meg az egyes erdőtípusokkal való összefüggésükben Dél-Finnországban, a következő átlagadatokat találta:

3. sz. táblázat.

Tabelle 3.

OMaT	5'0
OMT	5'2
MT	4'8
VT	4'6
CT	4'2
C/T	3'6

Ez az összeállítás azt mutatja, hogy a talaj fizikai-kémiai összetétele és az erdőtípusok minősége között már határozott összefüggések vannak, amelyek különösen talajbiológiai szempontból alapvetően fontosak. Általában megállapíthatjuk, hogy a pH értékek a típusjóság rosszabbodásával párhuzamosan erősen savanyodnak, úgyhogy ez az összefüggés nemcsak mikrobiológiai, hanem biológiai és élettani szempontból is nagyon sokat megmagyaráz.

Aaltonen 1926-ban folytatta kutatásait és ezeknek a során az egyes

erdőtípusok humuszával, illetve a humuszban gazdag erdőtalajok nitrogén-gazdálkodásával foglalkozott. Így elsősorban az ammoniák és a nitrátnitrogénmennyiséget határozta meg. Szerinte a különböző erdőtipusok humusza a következő mennyiségű összes nitrogént tartalmazza:

4. sz. táblázat.

Tabelle 4.

OMaT.	OMT.	MT.	VT.	CT.
2·795 ⁰ %	2·234 ⁰ %	1·796 ⁰ %	1·166 ⁰ %	1·459 ⁰ %

Ezt az összes nitrogénmennyiséget *Aaltonen* közvetlen a próbavétel után határozta meg. Az ammoniák és a nitrátnitrogén mennyiségét azonban két időben vette vizsgálat alá, mégpedig megvizsgálta ezeket a tényezőket rögtön a próbavétel után és megvizsgálta a talajpróbák kéthónapi állandó hőmérsékleten való tartása után. Vagyis vizsgálat tárgyává tette a talajoknak nitrogénmobilizáló képességét is. Vizsgálatainak eredménye a következő:

5. sz. táblázat.

Tabelle 5.

	OMaT.	OMT.	MT.	VT.	CT.
Próbavétel után azonnal vizsgálva Nach sofortiger Bestimmung	0·551 ⁰ %	0·484 ⁰ %	0·383 ⁰ %	0·335 ⁰ %	0·220 ⁰ %
Két hónap múlva vizsgálva Nach zweimonatiger Aufbewahrung	4·425 ⁰ %	2·868 ⁰ %	1·819 ⁰ %	1·207 ⁰ %	1·074 ⁰ %

Ezen vizsgálatainak kapcsán *Aaltonen* még az izzítási veszteséget is meghatározta úgy a humuszrétegekben, mint az ásványi talajrétegekben. Eredményei a következők:

6. sz. táblázat.

Tabelle 6.

	OMaT.	OMT.	MT.	VT.	CT.
A humuszrétegben In der Humusschicht	26·16 ⁰ %	45·85 ⁰ %	63·72 ⁰ %	68·11 ⁰ %	67·36 ⁰ %
Az ásványi talajrétegben Im Mineralboden	8·81 ⁰ %	9·81 ⁰ %	7·42 ⁰ %	4·49 ⁰ %	4·29 ⁰ %

Ezekre az eredményekre később még részletesen ki fogok térni.

Különösen *Aaltonennek* a legutolsó vizsgálatait már világosan beiga-

zolták, hogy a különböző erdőtípusok talajában nagyon fontos és jellemző biológiai folyamatok folynak le, amelyek végső okukban a talajban lejátszódó mikrobiológiai alapjelenségekre vezethetők vissza. Ezért határoztam el magam arra, hogy az 1934—35 egyetemi évben az annakidején nekem juttatott állami ösztöndíjat arra használjam fel, hogy a József Nádor Műegyetem Növényteni Intézetében, amely az erdőtalaj mikrobiológiai kutatása terén jelenleg nemzetközi viszonylatban is vezető szerepet játszik, a délfinnországi fontosabb erdőtípusokat talajbiológiai vizsgálatoknak vessem alá. Az idevonatkozó munkálataim bizonyos nehézségekbe ütköztek, miután tekintettel kellett lennem arra, hogy munkásságom felvételekor *Fehér* alapvető munkái már beigazolták a talajélet alapvető dinamikai sajátosságait és beigazolták főleg azt, hogy nemcsak a talajt benépesítő élőlények mennyiségbeli változásai, hanem az ezzel kapcsolatos fizikai-kémiai jelenségkomplexumok is évszakonkénti periódikus változásoknak vannak alávetve. Ezért kénytelen voltam ugyanazon kísérleti területeken legalább három egymásra következő tenyésztési időszakban a vizsgálataimat végezni. A rendelkezésemre álló idő rövidsége, azután azok a nehézségek, amelyek a próbavétel és a talajpróbák ilyen nagyobb távolságokra való elküldésénél felmerültek, lehetetlenné tették, hogy többször vizsgáljam meg a területeket. Ennek dacára annyira feltűnő és határozott összefüggéseket találtam, hogy ezek arra késztettek, hogy vizsgálataimat nyilvánosságra hozzam. Természetesen itt is hangsúlyozni szeretném, hogy kutatásaim bármilyen szép és határozott eredményekkel záródtak, mégis egyelőre csak tájékoztató jelleggel bírnak s ezért ezeknek a folytatása feltétlenül szükséges, ha még határozottabb, részletesebb és most már gyakorlatilag is jól használható eredményekhez akarunk jutni.

A kvantitatív mikrobiológiai vizsgálatnak rövid kritikai irodalmi áttekintése.

Arra, hogy itt részletesen megmagyarázzam, hogy a különböző mikroorganizmusoknak a talaj szerves és szervetlen anyagcsere körfolyamataiban milyen fontos szerep jut, azt hiszem, nincs szükség. Az idevonatkozó, ma már ugyancsak nagyszámban rendelkezésünkre álló tankönyvek ezen a téren teljes és részletes felvilágosítást tudnak adni. Én csak röviden arra szeretnék rámutatni, hogy a talajban élő mikroorganizmusok szerepe nélkül a legfontosabb növényi tápanyagoknak, a szénnek, a nitrogénnek, a foszfornek és a kálinak az erdő életében való körfolyamatát sem megérteni, sem megmagyarázni nem tudnánk. A talajélet az a fontos tényező, amely az asszimiláció alatt képzett s azután a földre hulló szerves anyagok és az állományok táplálkozása és táplálóanyag felvétele között az összefüggést megadja.

Louis Pasteur és Robert Koch alapvető munkásságának köszönhetjük

azt, hogy végre sikerült a mikroorganizmusokat mesterséges táptalajok alkalmazásával a természetes előfordulási helyükön kívül és azoktól eltávolítva kitenyészteni. Dacára annak, hogy a talajbiológiai kutatás nagy jelentőségére már *Pasteur* rámutatott, mégis, különösen a mikrobiológiai tudományok első fejlődési időszakában, ez a természet háztartásában annyira fontos kutatási ág a patológiai bakteriológiával szemben teljesen háttérbe szorult. Ez természetes is, ha meggondoljuk azt, hogy a tudományos kutatás elsősorban azokkal a patogén baktériumokkal foglalkozott, amelyek olyan hosszú évszázadokon keresztül mérhetetlen kárt és veszteséget okoztak az emberiségnek. Azonfelül meg kell értenünk azt is, hogy a talajban élő mikroorganizmusok tanulmányozására egészen más módszerek voltak szükségesek, mint az orvosi bakteriológiában. Nem túlozok, ha azt mondom, hogy tulajdonképpen a patogén mikroorganizmusok kitenyészítése nem jár olyan nehézségekkel, mint a talajt benépesítő mikroorganizmusok vizsgálata. A talaj biológiájában ugyanis egy sereg ismeretlen mikroorganizmussal állunk szemben, amelyek egymásközi viszonylatukban is folytonos változásoknak vannak alávetve. Ez a körülmény okozta azt, hogy, bár a talaj mikrobiológiája már több évtizedes multra tekint vissza, mégis sok tekintetben a kezdetek kezdetén van. Mióta a talaj mikrobiológiája mind mélyebb és mélyebb bepillantást enged a talaj életébe, azóta mindinkább kezd megváltozni az a merev fizikai-kémiai felfogás, amely a talajtan területén uralkodott. Ma már nem tekinthetjük többé a talajt élettelen kémiai vegyületek komplexumának, hanem egy élő anyagnak, egy élő szervezetnek, amelynek meglehetősen bonyolult és nehezen követhető életjelenségei vannak.

Közismert dolog, hogy a talajban lévő mikroorganizmusok száma a talajban nagy változásoknak van alávetve. Így számuk talajféleségek szerint is néhány százezer és százmillió között is változhat. Különösen nagy a számuk a termékeny, trágyázott mezőgazdasági talajokban. A talajok baktériumszámának ezen feltűnő változása nagyon sok kutatót arra indította, hogy megkíséreljek ezeket a változásokat bizonyos tényezőtől függővé tenni. Egyes kutatók, így *Engberding* (1909) a talaj nedvességét, mások, pl. *Schönbrunn* (1922) a hőmérsékletet, viszont mások a szemcsenagyságot, a talaj táplálóanyagokban való gazdagságát, majd a talajkolloidok viselkedését igyekeztek magyarázatul elfogadni. *Löhnis* már (1910-ben) a talajélet kvantitatív kifejlődésénél a minimumtörvényt is bevonta a magyarázat körébe. Már *Christensen* (1915-ben) rámutatott arra is, hogy valóban a talaj mikroflórájának és mikrofaunájának mennyiségbeli összetétele a talaj pillanatnyi kémiai és fizikai alkatát is kifejezésre juttatja. *Waksman* (1916) a talaj mikroflórájának mennyiségbeli kifejlődését egy egész sereg tényező, így a talajnedvességnek, a talaj humusztartalmának és savanyúságának komplexumát figyelembe véve, igyekszik megmagyarázni.

Közismert az a tény is, hogy a mikroorganizmusok száma a talajban a mélységek felé fokozatosan kisebbedik. Az már bebizonyított ténynek vehető, hogy a mennyiségük a legfelső talajrétegben a legkisebb, miután ezek a felülethez közelfekvő talajrétegek nagyon könnyen kiszáradnak és éppen ezért nem adják meg a baktériuméletnek az ahhoz szükséges nyugodt stabilitást. A legnagyobb számban a mikroorganizmusokat 10–20 cm mélységben találjuk. Ezt a réteget nevezték el az intenzív mikrobiológiai tevékenység rétegének. A legtöbb kutató, így *Waksman*, *Löhnis* és *Fehér* vizsgálatai ezen a téren közel egyező eredményeket mutatnak. A mikroorganizmusoknak a mélység felé való kevesbedése elsősorban az oxigén hiányára és így általában a mélyebben fekvő talajrétegek nem egészen kielégítő átszellőzöttségére vezethető vissza. Kétségen kívül áll, hogy a szerves anyagoknak mennyiségbeni kisebbedése a mélység felé szintén jelentékeny szerepet játszik. Különösen jellemző, amint *Löhnis* különböző idevágó munkák alapján kimutatta (1910), hogy a nyers, meg nem munkált talajban, a nem víztelenített tőzeglápokban, a tiszta homokban stb. viszonylag nagyon kevés baktérium van. Különösen nagy a mikroorganizmusok száma, amint már említettem, a termékeny szántóföldben, ahol számuk 40–50 millió között ingadozik.

Már *Migula* (1913) rámutatott arra, hogy az erdő talaja fizikai és kémiai szempontból nem egészen kedvező a baktériumélet kifejlődésére. Az oka ennek elsősorban az, hogy az erdőtalaj ásványi részei a korhadás alatt levő szerves anyagokkal csak nagyon tökéletlenül vannak összekeveredve. A korhadás az erdő talaján nem kielégítő, aminek az oka ezen talajok rossz átszellőzöttségében és más egyéb sajátságokban keresendő, úgyhogy humuszsavak és más savanyú melléktermények keletkeznek, amelyek a baktériuméletet károsan befolyásolják. *Waksman* (1916) szintén úgy találta, hogy az erdőtalajok, bár gazdagok nitrogénben, mégis mikroorganizmusok tekintetében nagyon szegények. Ezt a jelenséget ő az erdőtalajok nagy savanyúságával és a szerves anyagok elégtelen korhadásával indokolta. Hogy milyen nagyok a különbségek az erdő- és a mezőgazdasági talajok baktériumszámai között, tájékozásul *Stoklasa* (1926) után egy összeállítást közlök.

7. sz. táblázat.

Tabelle 7.

	C-tartalom C-Gehalt %	CaO-tartal. CaO- Gehalt %	pH	Összes baktériumszám pro gramm föld Anzahl der Bakterien pro gr Erde	Talaj- lélekzés *) Ausgeatmete CO ₂ -Menge*)
Szántóföld — Ackerboden	2·38	0·26	7·09	91,000.000	75
Erdőtalaj — Waldboden	3·52	0·29	4·9	3,800.000	18

*) mg/kg talaj (Boden) 24 óra alatt (in 24 Stunden).

Tehát, dacára annak, hogy az erdőtalaj viszonylag gazdag szerves anyagokban, mégis aránylag a legkisebb baktériumszámmal rendelkezett.

Különösen a tőzeglápok baktériumtartalma függ erősen ezeknek a minőségétől. A nyers, savanyú, magas lápokban nagyon kis számot találunk. *Kissling* és *Fleischer* már 1891-ben megkísérelték, hogy a lápi talajoknak a mikrobiológiai működését, illetve az organikus anyagoknak az itt lefolyó bomlási intenzitását ezen talajok szénsavtermelésével jellemezzék. Általában azt találták, hogy a lápi talajoknak homokkal való elegyítése ezeknek az aktivitását nagyon emelte és a síkláptalajok biológiai aktivitása sokkal nagyobb volt, mint a domblápoké. Ez a két kutató különös fontosságot tulajdonított a hőmérséklet befolyásának.

Stahlström (1898) a finn láptalajokat vizsgálta bakteriológiai szempontból. Vizsgálatai egyeznek az előbb említett két kutató eredményeivel. Ő is azt találta, hogy a domblápok (*Sphagnum*-, *Fusum*-lápok) sokkal szegényebbek baktériumokban, mint a síklápok és a víztelenített, trágyázott vagy agyagos földdel kevert láptalajok igen gazdag baktériumélettel rendelkeztek.

Ritter (1912), továbbá *Fabricius* és *Feilitzsch* (1905) hasonló eredményekre jutottak. Különösen *Waksman* és *Purvis* (1932) foglalkoztak nagy részletességgel a láptalajok baktériumflórájával. Amíg más kutatók a láptalajokat már 50 cm mélységekben sterileknek, tehát minden életől menteseknek találták, addig ez a két kutató beigazolta, hogy még két méter mélységben is intenzív baktériumélet folyik. Miután valószínűleg közvetlen mikroszkópikus módszerekkel dolgoztak, nem lehetetlen, hogy ebben a mélységekben tulajdonképpen már elhalt baktériumtesteket figyeltek meg. De az a körülmény, hogy a vastagabb tőzeglápok még a mélyebb rétegekben is állandó bomlási folyamatot mutatnak, azt látszik bizonyítani, hogy ezekben a mélyebb rétegekben is mikroorganizmusok vannak, amelyeket a rendelkezésünkre álló tenyésztési eljárásokkal még nem sikerült kimutatni.

Ásványi talajokon is, amint több kutató idevonatkozó vizsgálata mutatja (*Lönnis* 1910), jelentékeny különbségeket találunk. Idevonatkozóan *Stoklasa* (1926) után egy jellemző példát iktatok ide:

8. sz. táblázat.

Tabelle 8.

	Összes baktériumszám pro gramm talaj Bakteriengehalt pro gr Boden	Talajlélekzés*) CO ₂ mennyisége Ausgeatmete CO ₂ -Menge
Agyagtalaj — Tonboden	10,400.000	18
Homoktalaj — Sandboden	15,680.000	29
Mésztalaj — Kalkboden	24,800.000	38
Tőzegtalaj — Torfboden	1,200.000	15
Savanyú réttalaj — Saurer Wiesen- boden	270.000	9
Jó réttalaj — Guter Wiesenboden . .	32,000.000	42
Erdőtalaj — Waldboden	2,100.000	15

*) mg CO₂ pro 24 óra és kg. — mg CO₂ pro 24 Stunden und kg.

A talaj mikrobiológiai jelenségeivel foglalkozó kutatók már hosszabb idő óta észlelték, hogy ezeknek a számában illetve kvantitatív kifejlődésében jelentékeny különbségeket lehet találni, ha a vizsgálatokat évszakonként végezzük. *Caron* már 1895-ben rámutatott arra, hogy az egyes évszakok a maguk különleges klimatikus kifejlődésükben erősen befolyásolják a talaj mikroorganizmusainak kvantitatív kifejlődését. A hőmérsélet, a talajnedvesség változása, továbbá a talajt borító növényzet viselkedése mind olyan tényezők, amelyek a talaj mikroflórájának az egyensúlyi helyzetét időről-időre megbontják. *Heintze* már 1912-ben azt találta, hogy a talajbaktériumok a nyár folyamán érik el a maximumot, ősszel és télen viszont kisebb számban vannak. *Conn* ugyancsak 1910-ben viszont télen különösen fagyott földben talált jelentékeny számban baktériumokat. Így pl. novemberben 7 milliót, februárban 33 milliót, egy más talajban novemberben 8 milliót és 22 milliót februárban. Az ő vizsgálatai szerint a szántóföldben mindig ősszel és télen jelentkezik egy-egy maximum, míg nyáron mindig minimumot fogunk találni. A téli maximumnak a kifejlődése őt arra indította, hogy két baktériumcsoport létezését tételezze fel. Az egyik csoport, véleménye szerint, a meleg időszak viszonyaihoz alkalmazkodott és melegben szaporodott kiválóan, a másik csoport viszont a hideg időjáráshoz alkalmazkodott. Ezek a meleg időjáráshoz alkalmazkodó baktériumok, véleménye szerint, olyan élénk növekedést fejtenek ki, hogy nem lehet őket elég táplálóanyaggal ellátni, ezért sohasem érik el optimális számbeli kifejlődésüket.

Brown és *Smith* (1912) megerősítették *Connak* a vizsgálatait. *Connak* a feltevése, véleményünk szerint, nem helyes. Nem igen lehetséges az, hogy éppen fagyott talajban fejtsenek ki a baktériumok nagyobb aktivitást. *Connak* ezek az eredményei úgylátszik a vizsgálatnál alkalmazott technikával és az eljárás elégtelen voltával függnek össze.

Valószínű, hogy a talajban a fagy alkalmával a baktériumtelepek jobban szét lesznek szórva, mintegy szét lesznek robbantva és ezért kapunk azután a lemezöntéses eljárásnál, vagy a közvetlen mikroszkópai eljárásnál látszólag magas számot. Szeretnék itt rámutatni arra, hogy *Conn* ezen vizsgálataira túlságos nagy súlyt helyezett. Feltűnő, hogy két kiváló kutató: *Lundegardh* (1930) és *Waksman* (1931) szintén rendkívül sokat idézik, dacára annak, hogy *Conn* vizsgálatai mindössze két talajpróbára és csak egy évre terjednek. Egészen más szempontokat hoznak a kérdés megítélésére *Müntz* és *Gaudechon* (1912) vizsgálatai. Ezek a kutatók viszont azon a nézeten vannak, hogy függetlenül a hőmérséklettől, a talaj nedvességétől és más tényezőktől, a talajbaktériumok a kifejlődésükben éves időszakot mutatnak, amely időszakosságon belül a legélénkebb kifejlődésüket tavasszal fejtik ki. Véleményünk szerint a baktériumoknak ez a viselkedése örökölt sajátság, amellyel hosszú idők óta a tél és a tavasz változá-

sához alkalmazkodnak. *Schönbrunn* (1922) egyáltalán nem erősíti meg az előbb említett feltevést. Szerinte teljesen lehetetlen, hogy az időszakosságot a hőmérséklettől és általában az időjárás befolyásaitól függetlenül, vegyük számításba. Szerinte az évszakok szerinti változás külső tényezőknek, így elsősorban a hőmérséklet változásainak az eredménye és nem a talajbaktériumok belső sajátsága.

Egyes szerzők szerint a nyári minimum oka a szárazságban és főleg abban a körülményben keresendő, hogy nyáron a mikroorganizmusok táplálkozására szolgáló szerves anyag erősen megkevesbedik. *Stoklasa, Doere!* (1926) a talajbaktériumok évszakos kifejlődésében két maximumot és két minimumot különböztetnek meg. Ők ezen feltevésükben *Kaš* vizsgálataira hivatkoznak, amelyek szerint a maximum és a minimum kifejlődése nemcsak a hőmérséklettől függ, hanem még egy sereg más tényezőtől is, amelyek közül különösen a talaj fizikai sajátságai és a talajkolloidok viselkedése említendő.

Lundegardh (1930) vizsgálatai az előzőekkel egyeznek. Ő irodalmi adatok alapján szintén feltételezi, hogy a talaj aktivitása két maximummal bír. Egy tavaszival és egy őszivel. Szerinte a hőmérséklet változását kifejező görbe és a talajélet görbéje között nincs kifejezett korreláció. Ezt az utóbbi jelenséget rögtön meg fogjuk érteni, ha tekintetbe vesszük azt, hogy *Fehér* idevonatkozó beható vizsgálatai kimutatták, hogy nem a hőmérséklet egyedül irányadó a talajélet kifejlődésében. Rá kell mutatnom arra is, hogy az eddig közölt vizsgálati módszerek mind mezőgazdasági talajokra vonatkoztak, pedig kézzelfoghatónak látszik, hogy a mezőgazdasági talajok baktériumélete, már csak arra való tekintettel, hogy ezek állandó mesterséges beavatkozásnak vannak kitéve, az erdőtalajok baktériuméletével összehasonlítva, kvantitatív kifejlődésében is kétségkívül erős különbségeket fog mutatni.

Fehér, aki a talajéletet az erdő talajában több kísérleti területen 5–6 éven keresztül figyelte, egészen más eredményekre jutott. Szerinte a talajbaktériumok száma a nyári hónapokban kulminál. Mégpedig párhuzamosan a levegő és a talaj hőmérsékletével. Véleménye szerint a baktériuméletre a legnagyobb befolyást a talaj hőenergiáját kifejező talajhőmérséklet gyakorolja, amely végső okában a nap hőenergiájára vezethető vissza. De viszont arra is rámutatott, hogy a talajhőmérséklet mellett még a talaj víztartalma is, majdnem a hőmérséklettel egyenlő rangú fontos szerepet játszik. Ez a két fontos tényező, a víztartalom és a hőmérséklet, korrelatív értelemben befolyásolja egymást. A nyári hónapokban, mikor a hőmérséklet maximuma van, a talaj víztartalma gyakorol korlátozó hatást, míg ősszel és télen, amikor a talaj víztartalma van optimális állapotban, a talaj hőmérséklete szerepel mint korlátozó tényező. Éppen ezért ő egy új kifejezést vezetett be, nevezetesen bevezette a talajélet kifejezéséül az

R tényező fogalmát, amelyet úgy képez, hogy a talaj víztartalmát annak hőmérsékletével megszorozza.

Fehérnek ismételt helyszíni és kísérleti vizsgálatai azt mutatják, hogy ennek a komplex tényezőnek a változása az a jelenség, amely a talajéletet egy magasabbrendű parabolafüggvény értelmében a legkifejezettebben befolyásolja. 1930-ban sikerült azután *Fehérnek* az erdő talajában lefolyó nitrogénkörfolyamat legfontosabb alapjelenségeit is megmagyarázni és később, 1934-ben, beigazolta azt is, hogy a talajlélegzés megítélésénél a talaj mindenkor baktériumszáma mint irányadó és befolyásoló tényező szerepel. Miután *Fehér* intézete az utóbbi években mezőgazdasági talajok mikrobiológiájával is behatóan foglalkozik, ezek a kutatások is beigazolták, hogy az *R* tényező változása a mezőgazdasági talajok kvantitatív mikrobiológiai viselkedését is befolyásolja. Minthogy azonban ez az *R* faktor a mezőgazdasági talajok különös kezelésével és megművelésével kapcsolatban egészen más kifejlődést mutat, mint az erdőtalajoknál, világos, hogy a talaj mikroflórájának kvantitatív kifejlődése szempontjából a mező- és erdőgazdasági talajoknál jelentékeny különbségeket fogunk találni.

Más szerzők, *Thornton* és *Gray* (1930), szerint a mikroorganizmusok mennyiségbeli kifejlődésében egy belső ritmust lehet találni, amely naponként és óránkénti változást is előidézik. *Porka* (1931) vizsgálatai ezzel kapcsolatosan azt igazolták, hogy a talajlélegzés szintén napi változásokat mutat. Ez kétségtávol bizonyos mértékben összefügg a talajok baktérium-, illetőleg mikroorganizmusmennyiségének belső ritmikus változásaival. Rá kell azonban mutatnom arra, hogy a most használatban levő módszereink még annyira kezdetlegesek, hogy azokkal ilyen óránkénti, vagy naponkénti változásokat biztosan és megbízhatóan nem igen lehet még kimutatni.

A talajbaktériumok mellett még a talajt benépesítő mikroszkópikus gombák is felette nagy szerepet játszanak a talaj életében. Különösen nálunk, a mi humid klímánk mellett fontos a talaj mikroszkópikus gombaflórájának a szerepe és a befolyása. Ezek a gombák ugyanis a talaj savanyúságának sokkal nagyobb fokát viselik el, mint a baktériumok. Különösen humuszban gazdag talajokban találunk nagyon sok mikroszkópikus gombát. Miután ezek közül a legtöbb cellulozebontó, azért az erdei alom szétbontásánál valószínűleg kiváló szerepük van.

Waksman (1916) vizsgálatai szerint a termékeny talajokban úgy számra, mint fajra sokkal több mikroszkópikus gombát fogunk találni, mint a terméketlenekben. Úgy látszik, hogy minden talajféleség a mikroszkópikus gombák tekintetében jellemző flóraösszetétellel bír. Így a kerti talajokban a *Mucor*-fajok, az erdőtalajokban a *Penicillium*- és *Trichoderma*-fajok dominálnak. Azt is szeretném említeni, hogy az a körülmény, miszerint a gombák működésük közben savanyú mellékterményeket hoznak létre, a

talaj ásványi anyagainál, illetve ezek bontásánál és oldásánál (foszfátok) kétségkívül fontos szerepet játszik.

Még *Fehér* azon munkájára szeretnék rámutatni, amelyben megállapította, hogy a mikroszkópikus gombák száma az északi erdőtalajokban viszonylag sokkal nagyobb, mint a közép- és déleurópaiakban. Különböző vizsgálatok azt is igazolták, hogy a gombaflóra kifejlődésének határai a talaj savanyúsága és a víztartalom tekintetében meglehetősen szélesre vannak szabva és ezek a mikroorganizmusok igen változó viszonyokhoz képesek alkalmazkodni.

Fehér vizsgálatai különben azt is beigazolták, hogy a mikroszkópikus gombaflóra mennyiségi változásai közel hasonlóak a talajbaktériumok viselkedéséhez. Ezeknek a gombáknak a számát, a legmagasabb mértékben szintén a nyári hónapokban fogjuk megtalálni és az ő viselkedésükre is a talaj hőmérséklete mellett különösen a talaj nedvességtartalma gyakorol döntő befolyást.

Az idevonatkozó irodalomban az utóbbi időben nagyon gyakran tárgyalták azt a kérdést, hogy vajon a különböző eljárásokkal nyert baktériumszámok jellemzők-e valamilyen talaj biológiai működésére? *Löfhnis* (1910—26) ebből a szempontból azt az álláspontot képviselte, hogy valamely talaj baktériumszáma a talaj biológiai aktivitásának és jóságának megítélése szempontjából semmi tekintetben sem irányadó. Ez a nézet nem bizonyult helyesnek. Az utóbbi időben nagyon sok kutató, így többek között *Neller* (1920), *Noyes és Connor* (1919), továbbá *Waksman* (1922) inkább azt látszottak igazolni, hogy a talaj által hozott termés nagysága és a baktériumszám között igenis kifejezett összefüggések találhatók. Természetesen teljesen lehetetlen lenne tisztán és kizárólag a nyers baktériumszámok alapján a talaj biológiai állapota felől ítéletet mondani. Csak akkor, ha valamilyen talaj biológiai és biokémiai tényezőit ismerjük és azután a talajban élő különböző fontos fiziológiai feladatokat végző baktériumcsoportok munkáját is (nitrogénkötők, nitrifikálók stb.) összehasonlítva megfigyeljük, kaphatunk olyan alapot, amelyen elindulva, a talaj jóságát megítélhetjük.

Vizsgálati módszerek.

A vizsgálati módszerek közelebbi ismertetésére nem akarok kitérni, miután ezek az irodalomban behatóan le vannak írva. Itt csak azt szeretném hangsúlyozni, hogy természetesen a különböző eljárásokkal nyert eredmények ugyancsak eltérnek egymástól. Például *Kühlmorgen és Hill* (1928) különböző eljárásokkal, egymásnak tökéletesen ellentmondó eredményekre jutottak. A vizsgálatokat tehát mindig a legnagyobb gondossággal kell végrehajtani. Azt sem szabad elfelejtenünk, hogy mostanáig egyetlenegy oly módszerrel sem rendelkezünk, amely nekünk a talaj tényleges mikro-

biológiai állapotát megadná. Ennek az oka elsősorban az, hogy a talaj mikrobiológiai vizsgálatánál még sajnos, mindig mesterséges tápanyagokat kell alkalmazni, amelyek mellett természetesen a talajt benépesítő összes mikroszkópikus szervezetek teljes kifejlődésére nem számíthatunk.

Újabban mind szélesebb körben alkalmazzák az úgynevezett közvetlen mikroszkópikus megfigyelő módszereket. Ebben a tekintetben csak röviden *Conn*, *Cholodny*, *Rossi*, *Winogradsky* és *Fehér* által kidolgozott módszerekre szeretnék rámutatni, akik festőanyagok alkalmazásával a talajban közvetlenül, in situ, mutatják ki a baktériumokat. Miután azonban itt a már elhalt baktériumok testeit a még élőktől megkülönböztetni nem lehet, világos, hogy a talajélet tényleges állapotát, mégpedig tényleges élő állapotát, ezekkel az eljárásokkal nem igen lehet biztosan kimutatni. Hasonlóképpen teljesen alkalmatlanok ezek a módszerek arra, hogy velük az úgynevezett fiziológiai feladatokat végző baktériumcsoportokat szintén maradék nélkül kimutassuk. Az úgynevezett lemezöntéses eljárásnak viszont az a legnagyobb baja, hogy ezzel csak azokat a baktériumokat tudjuk kimutatni, amelyek ezeken a mesterséges táptalajokon is növekednek. Valószínű tehát, hogy ezeknek az alkalmazásával nagyon fontos baktériumfajok maradnak ki, amelyek ezeken a mesterséges táptalajokon nem tudnak kifejlődni.

Nagyon sok kutató, így elsősorban *Lönnis* és *Winogradsky*, de maga *Waksman* is erősen bírálják ezt az eljárást. Ha tehát úgynevezett abszolút baktériumszámokat akarunk kapni, például annak az eldöntésére, hogy milyen a baktériumok mélységszerinti mennyiségbeli eloszlása, vagy bakteriológiai szempontból tényleg steril állapotban van-e valamely talaj, kénytelenek vagyunk mindig a mikroszkópikus közvetlen módszereket is alkalmazni. A különböző kísérleteimben nyert eredmények azt mutatják, hogy mindezeknek dacára mégis a régi lemezöntéses klasszikus eljárás, amelyet a talajbiológia tudománya az orvosi bakterológiától vett át, elég kielégítő eredményt ad ahhoz, hogy vele a talaj baktérium- és gombaflóráját, továbbá a talaj általános mikrobiológiai viszonyait megítélhessük. Ha tehát általában különböző talajféleségeknek a mikroflóráját akarjuk egymással összehasonlítani és ha ezenfelül tiszta kultúrákban a legfontosabb mikrobafajokat meg akarjuk határozni, úgy természetesen nem marad más hátra, mint, egyéb híján, az aránylag legjobb lemezöntéses módszert választani. Viszont a fiziológiai baktériumcsoportoknál a leghelyesebb a *Hiltner* és *Störmer* által bevezetett, úgynevezett hígításos módszert alkalmazni. Én a vizsgálataimnál, minthogy eredményeimet *Fehér* intézetének kiterjedt kutatásaival akartam összehasonlítani, természetesen a lemezöntéses és a hígításos eljárásokat alkalmaztam, amiket *Fehér* és munkatársai már évek óta a legjobb eredménnyel használnak.

Az utóbbi időben *Fehér* hosszas előzetes kísérletezés után egy új el-

járást vezetett be (1933—1934). Ő ugyanis újabban a talajt magát használja mint táptalajt. Erre oltja rá különböző hígításokban a megvizsgálandó talajt és azután az előzőleg sterilen kezelt táptalajnak pH-értékét és elektromos vezetőképességét méri. Feltévése szerint a talajélet ott kezdődik, ahol a megvizsgálandó talaj a legerősebb hígításban az előbb említett értelemben vett és mérhető változást tud létrehozni. Ez az eljárás az eddigi módszerekkel szemben hatalmas lépést jelent előre, miután segítségével csakugyan az élő csírákat tudjuk meghatározni. Én kísérletképpen szintén dolgoztam ezzel az eljárással. Maga a módszer, miután a megvizsgálandó talajt magát alkalmazza mint táptalajt és a mesterséges táptalajok alkalmazását egészen kikerüli, lehetővé teszi, hogy a talaj mikrobiológiai viszonyait az eddigieknél jobban és határozottabban kifejezésre juttassuk. A módszer helyességét igazolja, hogy vele sokkal nagyobb baktériumszámokat kapunk, mint az eddig alkalmazott mesterséges táptalajok segítségével.

Különben én a vizsgálataim során a következő tényezőket határoztam meg:

1. A talaj úgynevezett *összbaktériumtartalmát* aerob és anaerob baktériumok szerint elkülönítve. Az aerob baktériumok számát lemezöntéses eljárással határoztam meg oly módon, hogy a talajkivonat ágáron és a gelatinán kifejlődött telepeket, illetőleg ezek számát összeadtam. Az anaerob baktériumokat cukorágáron, az ismert Buri-csővekben határoztam meg.

2. Az úgynevezett *fiziológiai baktériumcsoportokat* a már említett hígításos eljárással tenyésztettem ki. Meghatároztam a nitrifikáló, a denitrifikáló, a cellulozebontó és a nitrogénköti baktériumokat. Ennél a két utóbbi csoportnál elkülönítettem az anaerob és az aerob mikroorganizmusokat.

3. Meghatároztam a *mikroszkópikus gombák* számát savanyú gombaágár felhasználásával.

4. Mértém a talajok *humusztartalmát* az általánosan elterjedt káliumbichromát módszerrel.

5. A *víz tartalmát* súlyszázalékban,

6. a talaj *savanyúságát* elektrometrikus úton *Fehér* készülékével,

7. a *mész tartalmát* *Passon* kalciméterével,

8. a talajok *össznitrogéntartalmát* *Kjehldahl* szerint,

9. a *nitrátnitrogéntartalmát* *Whiting*, *Richmond* és *Schoonover* szerint határoztam meg.

10. A talajok *összfoszforsavtartalmát* és az 1%-os citromsavas foszfortartalmát kolorimetrikusan *Zinzadze* szerint; az összes káliumot *van Bemelen—Hissink* sósavas eljárása szerint, és az 1%-os citromsavban oldható

káliumot König—Lemmermann szerint határoztam meg. Mind a két esetben a káliumot mint perklórsavas káliumot, gravimetrikusan mértem.

11. Mértem végül a talajlélekzést a laboratóriumban.

A közelebbi adatokra vonatkozóan utalok az irodalomra, különösen Fehér részletes munkáira (1933—1934).

A talajpróbák vételének leírása.

A talajpróbák vételénél elhatároztam, hogy úgynevezett átlagpróbákat fogok feldolgozni. Ezeket a Fehér által leírt módszerrel vettem, mégpedig olyan módon, hogy minden egyes esetben a talajpróbákat 15—20 cm mélységből vettem. Az ezen célra kijelölt kísérleti területeken rendszerint tíz különböző helyről gyűjtöttem próbákat. Ezeket jól összekevertem és az így keletkezett keverékből átlagpróbákat vettem. Ezek steril üvegekbe csomagolva lettek azután az intézetbe szállítva. Finnország és Sopron között a postai szállítás rendszerint 6—7 napot vett igénybe. A megérkezés után a talajok azonnal fel lettek ugyan dolgozva, de mégis meg kell jegyeznem, hogy a baktériumszám természetesen, így az aerob és anaerob baktériumok viszonya, a szállítás ideje alatt bizonyos fokig megváltozott. Éppen ezért nem is lehet az eredményeimet abszolút értelemben kiértékelni. Itt első-sorban arra törekedtem, hogy a viszonylagos különbségeket határozzam meg egyidőben ugyanazon módon vett és ugyanazon változásoknak kitett talajminták segítségével. Amint a vizsgálataim később mutatták, az így elkövetett hibák nem tudták a kutatások értékét lerontani és különösen viszonylagos értelemben igen jó eredményekre jutottam.

A kísérleti területek leírása.

A kísérleti területeimnél, minthogy hosszantartó vizsgálatokról volt szó, arra szorítkoztam, hogy lehetőleg kevés, de jellemző helyet válasszak ki. Hogy a szállítás idejét lehetőleg megrövidítsük, a kísérleti területeimet a Finn Erdészeti Kutató Intézet Kísérleti Gondnokságában, Ruotsinkylä-ban választottam. Az egyes kísérleti területek különben tipikus és jellemző képviselői a kérdéses gondnokság különböző erdőtípusainak. Az első talajpróbákat magam vettem, a többieket pedig az ottani személyzet. A kísérleti területek részletes leírása különben a következő:

1. Oxalis-Majanthemum-típus (OMAT). Morénás agyagtalaj, mull állapotban. 80 éves, nyírfával kevert lúcfenyőállomány. Zárlat 0'8.

2. Oxalis-Myrtillus-típus (OMT). Talaja mint az előzőé. 100 éves, teljesen záródott lúcfenyves.

3. Myrtillus-típus (MT). Homoktalaj. 100 éves lúcfenyves. Záródás 0'8.

4. Vaccinium-típus (VT). Homoktalaj. 80 éves erdei fenyves, gyengén elegyítve lúcfenyővel. Záródás 0'7.

5. Calluna-típus (CT). Száraz homoktalaj. 80 éves erdei fenyves. Záródás 0'5—0'6.

Ezt az utolsó típust, minthogy nem jellemző a gondnokság állománya, csak összbaktériumszámra vizsgáltam meg, mégpedig egy alkalommal: szeptemberben.

A vizsgálati eredmények összehasonlító tárgyalása.

1. A talajbaktériumok és a talajt benépesítő mikroszkopikus gombák ökológiai magatartása a különböző erdőtípusokban.

Már korábban hangsúlyoztam, hogy technikai okokból lehetetlen volt a kísérleti területeimet minden tenyészteti időszakban megvizsgálni. Éppen ezért a lehetőséghez képest igyekeztem ezeket, hogy a talajélet időszakosságát megfigyelhessem, legalább három időpontban megvizsgálni. Az eredményeimet az 1. számú rajzban és a 9. számú táblázatban közlöm.

Ezek az adatok mindenekelőtt azt mutatják, hogy a talajbaktériumok kvantitatív viselkedése erősen függ a különböző időszakok, illetőleg év-

9. sz. táblázat.

Bakteriológiai vizsgálati eredmények.

Kísérleti terület jele Beschreibung der Versuchsf Flächen	A próbavétel időpontja Zeitpunkt der Probenahme	Mikroszkopikus gombaszám Mikroskopische Pilze	Baktériumszám 1 gr ned-Bakterien pro		
			Baktériumszám Gesamtzahl		
			Aerob	Anaerob	összes Zusammen
1. OMaT.	24. IX.	381.000	11,167.000	2,334.000	13,501.000
	5. I.	447.000	7,451.000 ¹⁾	1,760.000 ¹⁾	9,211.000 ¹⁾
	1. III.	385.000	3,540.000	1,500.000	5,040.000
2. OMT.	24. IX.	315.000	6,585.000	1,340.000	7,926.000
	5. I.	392.000	6,313.000	1,333.000	7,646.000
	1. III.	343.000	2,500.000	770.000	3,270.000
3. MT.	24. IX.	314.000	4,137.000	1,200.000	5,337.000
	5. I.	352.000	3,228.000	1,203.000	4,431.000
	1. III.	261.000	2,300.000	730.000	3,030.000
4. VT.	24. IX.	224.000	3,959.000	912.000	4,871.000
	5. I.	287.000	1,523.000	910.000	2,433.000
	1. III.	130.000	1,750.000	450.000	2,200.000
5. CT.	24. IX.	158.000	2,795.000	300.000	3,095.000

¹⁾ A pH módszerrel a következő értékeket nyertem: aerob = módszerrel tehát lényegesen nagyobb számokat kapunk. — ¹⁾ Mit 14,300.000, anaerob = 2,500.000, zusammen = 16,800.000. Man er

szakok klimatológiai viszonyaitól. Ugyanezt látjuk a nitrifikáló és a denitrifikáló baktériumok kölcsönös viszonyánál is. A legkisebb baktériumszámot, a mi klimatikus viszonyainknak megfelelően márciusban találtam. Nagyon érdekes, hogy a nitrifikáló és a denitrifikáló baktériumok kölcsönös viselkedése, amelyet mi a N/Dn kifejezéssel jellemezzünk, éppen ebben a hónapban a legkedvezőbb. Hogy mik azok a jelenségek, amelyek ezt előidézik, egyelőre még ismeretlenek. A mikroszkópikus gombák mennyiségbeli magatartása nem mutat olyan határozott időszakosságot, mint a baktériumoké. Ezt a jelenséget részemről a vizsgálati módszerek tökéletlenségének a rovására írom. Tudniillik a talajgombák mechanikai előkészítésénél a myceliumokat rendszerint összetörjük és minthogy a lemezeken már minden ilyen tört részből egy-egy gombatelep fejlődik ki, nagyon természetes, hogy ez a körülmény az eredményeket erősen befolyásolja. Sajnos, egyelőre még nem igen rendelkezünk jobb eljárással. Különben a vizsgálati adataim azt mutatják, hogy a mikroszkópikus gombák januárban elég nagy számban jelentkeztek, viszont a 3. és a 4. kísérleti területek egy-egy kifejezett minimumot mutatnak márciusban.

Tabelle 9.

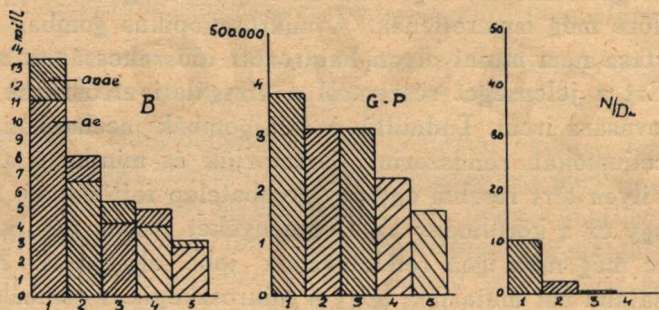
Bakteriologische Untersuchungsresultate.

ves földre vonatkoztatva Gramm Boden						
Fiziológiai baktériumcsoportok — Physiologische Gruppen						
Cellulosebontók Zellulosezersetzende		N-kötők Stickstoffbindende		Nitrifikálók	Denitrifikálók	N/Dn viszonyszám
Aerob	Anaerob	Aerob	Anaerob	Nitri- fizierende	Denitri- fizierende	Verhältniszahl N/DN
1.000	10.000	10.000	1.000	100.000	1.000.000	10
1.000	1.000	1.000	10.000	250.000	2.500.000	10
100.000	10.000	0	0	500.000	1.000.000	50
1.000	100.000	1.000	1.000	50.000	2.500.000	2
10.000	1.000	1.000	10.000	175.000	2.500.000	7
100.000	10.000	0	0	175.000	1.000.000	17.5
0	100.000	100	500	1.000	1.000.000	0.1
10.000	5.000	1.000	1.000	250.000	3.750.000	6.7
100.000	1.000	0	0	250.000	1.750.000	14.3
0	1.000	0	10.000	1.000	5.000.000	0.02
5.000	100	100	1.000	250.000	3.750.000	6.7
10.000	1.000	0	0	100.000	1.000.000	10
—	—	—	—	—	—	—

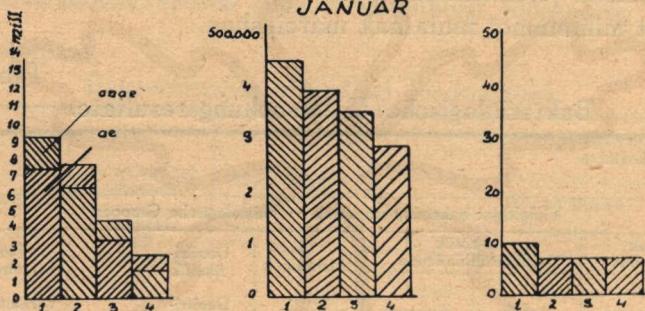
14.300.000, anaerob = 2.500.000, összesen = 16.800.000. Ezzel a der pH-Methode habe ich folgende Zahlen erhalten: aerob = hält also mit dieser Methode bedeutend größere Zahlen.

Ettől függetlenül azonban vizsgálati eredményeim egészen világosan beigazolják, hogy az egyes erdőtípusok közt olyan határozott különbségek vannak, amelyeket az évszakoktól függetlenül lehet megállapítani. Ezt az 1. sz. ábra kitűnően mutatja. Általában meg lehet állapítani, hogy a bak-

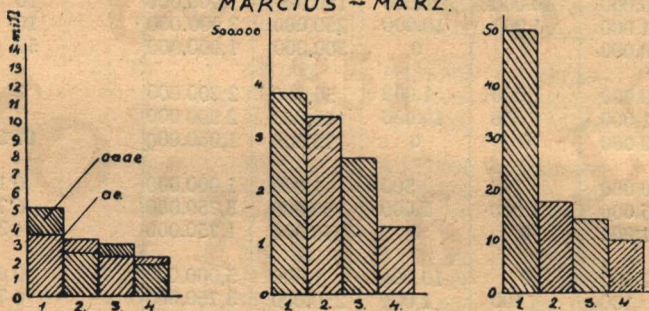
SZEPTEMBER ~ SEPTEMBER



JANUÁR



MÁRCIUS ~ MÄRZ



1. ábra. — Abb. 1.

Baktérium- és gombaszám 1 g nedves talajra vonatkoztatva.
Anzahl der Bakterien und Pilze pro Gramm feuchter Boden.

B = baktériumok — Bakterien ae = aerob anae = anaerob

G = mikroszkópikus gombák — mikroszkopische Pilze.

N/Dn = nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok viszonya — Verhältnis zwischen den nitrifizierenden und denitrifizierenden Bakterien.

1 = OMaT. 2 = OMT. 3 = MT. 4 = VT. 5 = CT.

tériumoknak és a gombáknak a száma a típusjósággal teljesen párhuzamosan halad. Ebből a körülményből teljes joggal lehet arra következtetni, hogy az egyes erdőtípusok között határozott mikrobiológiai különbségeket lehet kimutatni, amelyek ezen erdőtípusok talajának mikroorganizmus-számaiban élesen és határozottan kifejezésre jutnak.

Ami most már a részleteket illeti, csak arra szeretnék rámutatni, hogy az anaerob baktériumok télen általában viszonylag sokkal nagyobb számban jelentkeznek, mint a tenyészteti időszak végén. Ezt a körülményt nagyon egyszerűen megmagyarázhatjuk azzal, hogy a csapadékban gazdagabb és hideg téli hónapokban, amikor a talajnak a víztartalma meglehetősen nagyságot ér el, olyan tenyészteti feltételek lesznek uralkodók, amelyek az anaerob baktériumok kifejlődését elősegítik. Különben nagyon érdekes, hogy az anaerob baktériumoknak az aerobokhoz való viszonya a rosszabb típusokban valamivel kedvezőtlenebb, vagyis a rosszabb típusok talajában viszonylag kevesebb anaerob baktériumot fogunk találni. Ennek a jelenségnek az okát abban kereshetjük, hogy a rossz típusok homoktalajon vannak, amelyek természetesen a levegőgazdálkodás szempontjából a baktériuméletnek sokkal kedvezőbb feltételeket biztosítanak, mint a kötöttebb talajok.

A fiziológiai baktériumcsoportokra vonatkozóan még szeretném megjegyezni, hogy tekintettel ezeknek komplikált és komplex természetű kölcsönhatására, az eddigi vizsgálati eredmények alapján még nem lehet végleges ítéletet mondani. Csak az aerob és anaerob cellulozebontók tekintetében lehet az egyes erdőtípusok között bizonyos különbségeket megállapítani. Általában ezeknek a száma a jobb erdőtípusok talajában nagyobb, mint a rosszabbakéban. Ugyanez érvényes az aerob és az anaerob N-kötő baktériumokra is. Különösen fontos ez utóbbiaknak a magatartása, értve alatta az *Azotobacter*- és a *Clostridium*-csoportot. Különösen érdekes az *Azotobacter* viselkedése. Dacára az idevonatkozó nagyszámú kutatásnak, *Fehér* volt az első, aki 1933-ban ezeket a finn erdőtalajokban is kimutatta. Ha meggondoljuk, hogy az irodalmi adatok szerint ezen baktériumgénusz előfordulására a talajnak legalábbis közel semleges reakciója a jellemző, a mi vizsgálati eredményeink kétségkívül újat jelentenek, mert hiszen ezt a talaj reakciója iránt annyira érzékeny baktériumot a mi északi és meg lehetőségen savanyú erdőtípusainkon is ki tudtuk mutatni.

A közönséges és gyakori *Azotobacter chroococcum*on kívül még az *Azotobacter agile* jelenlétét is kimutattuk. Az, hogy az anaerob és a talaj nagyobb savanyúságát eltűrő *Clostridium pastorianum*-nak a jelenlétét minden kísérleti talajon beigazoltuk, természetesnek kell találnom. Egyébként, véleményem szerint, felette fontos lenne a kutatásokat az eddigieknél sokkal szélesebb körben folytatni, mert ezen mikroorganizmusoknak a működése és működésüknek megfelelő erdőművelési rendszabályokkal való

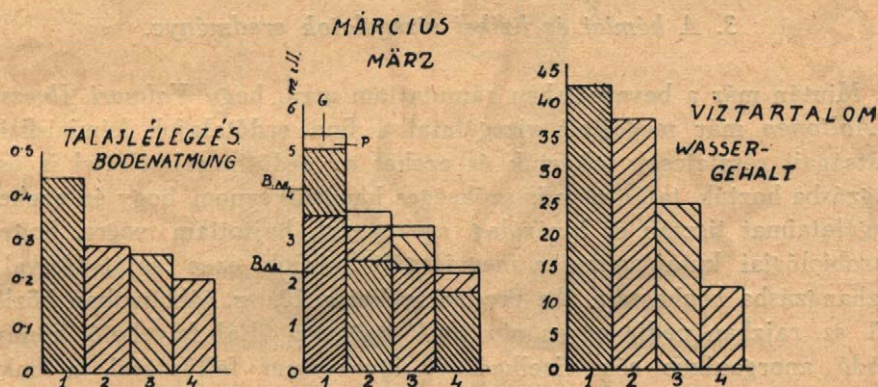
befolyásolása nagyon jó és kedvező hatást gyakorolna, az erdei talajok nitrogén körfolyamatára.

Különösen érdekes és jellemző, ha a nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok viselkedését tesszük a megvizsgált talajainkban közelebbi meggondolás tárgyává. Közismert tény, különösen *Fehér* idevágó vizsgálatai után, hogy a denitrifikáló baktériumok száma az erdő talajában viszonylag jóval nagyobb, mint a nitrifikálóké. A táblázatban és az ábrákban röviden a N/D_n viszonyt mutatom ki, amelyet úgy nyertünk, hogy a nitrifikáló baktériumok számát százzal szoroztuk és ezt osztottuk a denitrifikáló baktériumok számával. A százzal való beszorzásra szükség volt azért, hogy egész számokat kapjunk. Ez a viszonzyszám tehát nem abszolút, hanem kizárólag relatív értelemben használandó. Jellemző most már, hogy ez a viszony, illetve ennek számbeli kifejezése, a termőhely jóságával teljesen egyértelműleg változik. Ezt az egyértelműséget, illetve ezt a párhuzamosságot mind a három évszakban megfigyelhetjük, de különösen élesen márciusban, amikor ez a viszonzyszám már önmagában véve is a legkedvezőbbnek látszik. Ezt a jellemző párhuzamosságot ezen viszonzyszám kialakításánál főleg az a körülmény okozza, hogy a denitrifikáló baktériumok nagyon sok esetben a legnagyobb számban a rossz erdőtípusok talajában jelentkeztek. Különösen érdekes vizsgálataimat *Aaltonennak* már említett talajkémiai vizsgálataival összehasonlítani. Említettem, hogy az ammoniák-nitrogént és a nitrát-nitrogént közvetlenül a talajpróbák vétele után és ezt követőleg két hónap múlva vizsgálta. Ezek a vizsgálatok azt mutatják, hogy az úgynevezett mobilizált, tehát nitráttá és ammonium-nitrogénné átalakult nitrogénnek a mennyisége a vizsgálat ideje alatt növekedett, mégpedig olyan módon, hogy a jó erdőtípusok talajában a nitrifikáló baktériumok működése volt túlnyomó. Nagyon sok talajpróbában azonban *Aaltonen* azt is megfigyelte, hogy mobilizált nitrogén mennyisége megkisebbedett. Ez a megkisebbedés különösen a rossz erdőtípusok talajában volt kimutatható és a kisebbedés nagysága az erdőtípusok jóságának kisebbedésével egyenes arányban állott. Ezt a körülményt természetesen a denitrifikáló baktériumoknak viszonylag nagyobb száma és viszonylagos élénkebb működése okozta. Vizsgálataim tehát nagyon szépen összevágna *Aaltonennak* most említett kutatásaival.

2. A talajok szénsavtermelése.

A talajok szénsavtermelése tudvalevően olyan tényező, amelyet a talajok biológiai aktivitásának a megítélésénél kitűnően fel lehet használni. Ez a jelenség ugyanis, azonos ökonómiai viszonyokat feltételezve, főleg a talajban élő baktériumok és mikroszkópikus gombák működésére vezethető vissza. Már *Behrens* 1904-ben rámutatott ezen eljárás jelentőségére és előnyeire. *Kissling* és *Fleischer* pedig már előzőleg 1891-ben hasonló kitűnő

eredményekre jutott. Rá kell azonban mutatnom arra, hogy *van Suchtelen* 1910-ben közölt adatai szerint *Petersen* volt az első, aki 1870-ben az első kísérletet végezte a talajok szénsavtermelésének a mérésére. A gyakorlati erdőművelés szempontjából éppen ennek a tényezőnek a vizsgálata és megítélése rendkívül fontos. A jó talajlélekzés ugyanis mindig a talaj jó átszellőzöttségének és általában a talaj jó és megfelelő levegőgazdálkodásának a jele. Ha ugyanis a talajlélekzés optimális állapotban van, abban az esetben joggal következtethetünk arra, hogy talajunkban az aerob mikro-szervezetek vannak túlsúlyban, ami a talaj jó levegőgazdálkodására mutat. Ha ezek vannak túlsúlyban, abban az esetben kétségtelenül a humuszgazdálkodás egészséges módjaival állunk szemben.



2. ábra. — Abb. 2.

A talajlélekzés, a baktérium- és gombaszám és a víztartalom összehasonlítása a megvizsgált talajpróbákban.

Vergleichende Darstellung der Bodenatmung, des Bakterien- und Pilzgehaltes und des Wassergehaltes der untersuchten Bodenproben.

1 = OMaT. 2 = OMT. 3 = MT. 4 = VT. Víztartalom (Wassergehalt) %.
Talajlélekzés (Bodenatmung) g/h/m².

Az idevonatkozó kísérleteimnél a *Fehér* által leírt eljárást használtam. Félreértések elkerülése végett szeretném azonban hangsúlyozni, hogy természetesen a laboratóriumi kísérletek folyamán nyert adatok abszolút értelemben nem igen használhatók. A talajokat ugyanis ezeknél a kísérleteknél eredeti helyzetükből kimozdítjuk, bennük az eredeti levegőgazdálkodás feltételeit megváltoztatjuk és általában a talajban élő mikro-organizmusok számára olyan feltételeket létesítünk, amelyek ezek természetes működésének és állapotának nem felelnek meg. Összehasonlítás céljából azonban kitűnően lehet a laboratóriumban nyert adatokat használni.

Vizsgálataimat március hónapban végeztem és ezeknek eredményeit a 2. számú rajz mutatja. Különösen a képbeli ábrázolás mutatja teljes határozottsággal, hogy a talajlélekzés szempontjából is lehet az egyes erdő-

típusok között határozott különbségeket felállítani. A jó erdőtípusok, megfelelően a hozzájuk fűzött várakozásnak, a legkedvezőbb talajlélekezést mutatják, míg a legrosszabb erdőtípusoknál a talajlélekezés is a legkedvezőtlenebb. A legfontosabb azonban az az eredmény, hogy a vizsgálatok alatt világosan sikerült beigazolni, hogy a talajlélekezés nagysága elsősorban a mikroorganizmusok mennyiségétől függ. A mikroorganizmusok számára pedig emellett természetesen, amint várható volt, a kedvező víztartalom szintén jelentékeny befolyást gyakorol. Általában megállapíthatom, hogy a talajlélekezés mérése laboratóriumban, összevetve a baktérium-számláláshoz elért eredményekkel, kitűnő módszert ad a kezünkbe, hogy az egyes talajfelelések biológiai aktivitását egymással összehasonlíthassuk.

3. A kémiai és fizikai vizsgálatok eredménye.

Miután már a bevezetésben rámutattam arra, hogy *Valmari*, *Ilvessalo* és *Aaltonen* már megéjtett vizsgálatait a finn erdőtalajok kémiai-fizikai sajátságait részletesen feltárták és ezeket az erdőtipuselmélettel is összehangzásba hozták, talán nem is szükséges hangsúlyoznom, hogy én ezeket a vizsgálataimat tisztán és kizárólag csak azért hajtottam végre, hogy a mikrobiológiai kutatásaimat a megvizsgált talajok ezen sajátságaival is összehangzásba hozhassam. Az eredményeket a 10. sz. táblázatban közlöm. A 3. sz. rajzban pedig egyes növények gyökerei által felvehető, könnyen oldódó anorganikus sók viselkedését igyekeztem feltüntetni, a bakté-

10. sz. táblázat.

Tabelle 10.

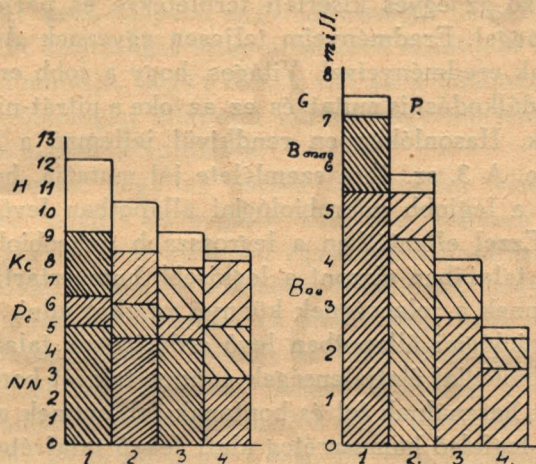
A kémiai-fizikai vizsgálati eredmények.

Kísérleti területek Versuchsflächen	A próbavétel időpontja Zeitpunkt der Probenahme	pH	Humuszgehalt Humusztartal.		Wassergehalt Vízirtalom	Talajlélekezés *) Bodenatmung	Összes G : samt	Nitrát- Nitrat-	Sóavban oldódó Lösli. in HCl	10/-os cit- romsavban oldható Zitronen- sáurelösli.	Összes Gesamt-	10/-os cit- romsavban oldható Zitronen- sáurelösli.
							Nitrogén Stickstoff		Kalium		Phosphor	
			mg/100 gr									
1. OMaT.	Januar März	5.16 4.06	2.75 3.44	31.6 42.6	— 0.4410	67.20 95.20	5.04 5.25	— 59.29	2.42 3.22	— 59.94	0.8 1.6	
2. OMT.	Januar März	5.46 4.85	1.68 2.53	37.6 38.0	— 0.2855	50.40 84.00	4.00 5.04	— 98.77	2.76 1.88	— 81.59	1.7 1.3	
3. MT.	Januar März	4.40 4.16	1.65 1.54	32.8 25.0	— 0.2672	47.60 75.60	2.04 6.09	— 79.02	2.42 1.89	— 15.54	0.9 1.1	
4. VT.	Januar März	5.13 4.62	0.48 0.59	15.6 13.4	— 0.2090	36.40 53.20	2.73 2.94	— 84.60	2.57 3.13	— 216.68	2.0 2.4	

*) g/h und m².

riumoknak mennyiségi változásaival és a humusztartalom változásaival kapcsolatosan.

Idevonatkozóan szeretném már most röviden még a következőket megjegyezni. Miután csak kevés analízist csináltam, természetes, ezek az adatok nem elegendők ahhoz, hogy a citromsavban oldható foszfor (Pc) és káli (Kc) mennyiségének viselkedésére vonatkozóan felvilágosítást adjanak. Feltűnő azonban a citromsavban oldható foszforsav csekély mennyisége a mi északon fekvő erdőtípusaink talajában. Ez a jelenség különösen vilá-



3. ábra. — Abb. 3.

A kémiai-fizikai vizsgálati eredmények összehasonlítva a baktériumszámmal. (Az adatok januári és márciusi talajpróbák analíziseinek átlagadatai.)

Die chemisch-physikalischen Untersuchungsergebnisse neben dem quantitativen Verhalten der Mikrobenwelt. (Die Daten sind Durchschnittswerte vom Januar und März.)

- H = humusztartalom — Humusgehalt, %.
 Kc = citromsavban oldható kálium — citronensäurelösliches Kalium, mg/100 gr.
 Pc = citromsavban oldható foszfor — citronensäurelösliches Phosphor, mg/100 gr.
 NN = nitrát-nitrogén — Nitrat-Stickstoff, mg/100 gr.
 P = mikroszkópikus gombák — mikroskopische Pilze, pro gr föld (Boden).
 B = baktériumszám — Bakteriengehalt, pro gr föld (Boden).
 ae = aerob, anae = anaerob, pro gr föld (Boden).

1 = OMaT. 2 = OMT. 3 = MT. 4 = VT.

gossá válik, ha *Fehérnek* az adatait is tekintetbe vesszük. Ezt a most vázolt jelenséget, véleményem szerint, elsősorban az északi klíma alatt található kevésbé intenzív biológiai aktivitással magyarázhatjuk meg. Már említettem egyébként, hogy *Ilvessalo* sem talált a talaj foszfortartalma és a rajta lévő erdőállományok növekedése között, az egyes erdőtípusoknál, kefejezett korrelatív összefüggést. A káliumtartalom szintén nem mutat összefüggést a típusossággal. Mind a kálium-, mind a foszfortartalom a rosszabb típusok talajában általában valamivel nagyobb, mint a jobbakéban. A rendelkezésemre

álló, viszonylag kevés analitikai adatok alapján, nem szeretném egyelőre ennek a két tényezőnek a magatartását véglegesen megmagyarázni. Ez csak további, kiterjedt vizsgálatok alapján lesz majd lehetséges. Nem szabad ugyanis elfelejtenünk, hogy eltekintve a kérdés mikrobiológiai vonatkozásaitól, a Pc és Kc előfordulása, különösen a mélyebben fekvő talajrétegekben, a kimosástól is függ és ez a jelenség még nincs kielégítő módon kivizsgálva. Véleményem szerint a kérdés dinamikai megítélésénél ez a körülmény is nagyon fontos szerepet játszik.

Annál érdekesebb azonban, hogy a talajok nitrát-nitrogénmennyisége rendkívül jellemző az egyes kísérleti területekre és párhuzamosan emelkedik a típusjósággal. Eredményeim teljesen egyeznek *Aaltonen* már közölt vizsgálatainak eredményeivel. Világos, hogy a jobb erdőtípusok talaja jobb nitrogéngazdálkodást is mutat és ez az oka a nitrát-nitrogén most vázolt változásának. Hasonlóképpen rendkívül jellemző a humusztartalomnak a viselkedése. A 3. sz. ábra szemlélete jól mutatja, hogy a legnagyobb humusztartalmat a legjobb mikrobiológiai állapotban levő erdőtípus talajában találjuk. Ezzel ellentétben a legrosszabb mikrobiológiai állapotban levő erdőtípusok talajában viszont a legkisebb humusztartalmat fogjuk kimutatni tudni. Ennek a jelenségnek könnyű az okát adni. Világos ugyanis, hogy a jó mikrobiológiai állapotban levő erdőtípusok talajában lejátszódó rendkívül élénk biológiai életjelenségek a típus talaját borító alomrétegekből sokkal többet használnak fel és bontanak fel, aminek az eredménye az alom, illetőleg a legfelső humuszcéteg alatt fekvő talajrétegeknek humuszban való gazdagsága lesz. Különben *Aaltonen* a már említett munkájában teljesen hasonló eredményre jutott. Az izzítási veszteség, amint *Aaltonen* adatai mutatják, a jó erdőtípusok humuszcétegében volt a legkisebb és a rossz erdőtípusok humuszcétegében a legnagyobb, ami azt mutatja, hogy az első esetben volt a korhadás a legélénkebb. Ugyancsak az ő vizsgálata is mutatják, hogy az ásványi talajrétegekben, a jobb erdőtípusok talajában az izzítási veszteség viszont sokkal nagyobb volt, mint a rossz típusoknál, ami arra vezethető vissza, hogy a jobb erdőtípusok talajában az ásványi talajréteg, az alomréteg intenzív korhadása következtében jobban telítve volt humusszal. Rendkívül érdekes, hogy a most közzétett mikrobiológiai analíziseim eredményei milyen kiválóan egyeznek *Aaltonen* korábbi kutatásainak az eredményeivel.

A 3. sz. ábra különben azt is mutatja, hogy a négy tényező: NN, Kc, Pc és H az egyes erdőtípusok talajának mikroorganizmus számaival teljes párhuzamosak. Ezt a párhuzamosságot elsősorban az NN és H tényezők mikrobiológiai befolyásolhatósága okozza. A K és P tényezők párhuzamosága és egybevége az nem olyan kifejező.

Most a többi tényezőről szeretnék még néhány szót szólni. *Aaltonen* vizsgálatai, mint említettem, azt is mutatják, hogy a különböző erdőtípusok

talaja az átlagos pH értékek szempontjából is meglehetősen éles különbségeket mutat. Miután az én talajpróbáim hosszabb ideig lettek szállítva és így a szállítási idő alatt fizikai, kémiai sajátágaik megváltoztak, természetesen az idevonatkozó analitikai eredményeim nem lehetnek tökéletesek. Annyit azonban megállapíthatok az eredményeimből, hogy a kvantitatív bakteriológiai lelet nincs mindig határozott összefüggésben a pH értékekkel. Ezt a kérdést, véleményem szerint, a következő vizsgálatoknál külön és részletes kutatás tárgyává kell még tenni. Különösen a víztartalom az, amelyre vonatkozóan a vizsgálataim, teljesen egyezően *Fehér* kutatásaival, ezen tényező nagy fontosságát beigazolták. Különösen jól láttuk ezt a két szélsőséges állapotban levő erdőtípus vizsgálatánál. Ez az eredmény is azt mutatja, hogy a NN, a ÖN és a humusztényezőkön kívül a talajoknak a mikrobiológiai állapotát milyen nagy mértékben befolyásolja a talajok víztartalmának a változása.

Különösen érdekes, hogy az összes N-tartalom viselkedése, illetve ennek a változása pozitív és negatív irányban teljesen párhuzamos az erdőtípusok jóságával. Itt is kitűnően egyeznek a kutatásaim *Aaltonen* és *Valmari* kutatásaival, akik már korábban kimutatták, hogy az egyes erdőtípusok jósága milyen határozottan és élesen függ ezek N-tartalmától és általában N-gazdálkodásuktól. Miután az össznitrogéntartalom a talajban nemcsak a levegőből való N-kötés, hanem általában a talajban lefolyó összes egyéb bomlási és építő folyamatok által elsődlegesen van befolyásolva, világos, hogy az erdőművelési teendők megítélésénél a talajunk N-gazdálkodásának szabályozására az eddigénél is nagyobb gondot kell fordítani. Természetesen azt sem szabad elfelejteni, hogy az össznitrogéntartalom nem mindig játszik döntő szerepet a fák táplálkozásánál, miután ennek egyrésze a gyökerek által nehezen felvehető alakban van a talajban. Éppen ezért a N-gazdálkodás megítélésénél mindig tekintetbe kell venni a nitrifikációt.

Ami most már a sósavban oldható kálium és az összfoszforsav viselkedését illeti, szintén rá kell egyelőre mutatnom arra, hogy az általam végzett analízisek természetesen még nem magyarázhatják meg ezt a jelenséget maradék nélkül. Vizsgálataim jól egyeznek *Fehérnek* az északi erdőtalajokban végzett kutatásaival. Jómagam is a legrosszabb erdőtípus talajában mutattam ki a legnagyobb foszfortartalmat. A mésztartalom alacsony volt. Értéke általában 1% alatt mozgott. A kísérleti területeim talajai tehát a mészben szegény talajokéhoz tartoznak. *Valmari* vizsgálatai is kimutatták a mésztartalom rendkívül nagy fontosságát az egyes erdőtípusok jóságának a megítélésénél. A mi finn erdőgazdaságunkban a mészkérdés annyira fontos, hogy erre a jövőben az eddigénél sokkalta nagyobb gondot kell fordítani.

4. A kísérleti területek talajából kitenyésztett mikroorganizmusok fajainak rendszertani összefoglalása.

A) A baktériumok.

Hogy a kísérleti területeim talajaiban előforduló összes baktérium-fajokat meghatározhassem, ahhoz természetesen több tenyésztési időszakra kiterjedő kutatásokra volna szükség. Azonban tekintettel arra, hogy háromízben vizsgáltam meg a területeimet, azt hiszem, hogy az idevonatkozó kutatásaim is elég kielégítő képet adnak a területek talaját benépesítő mikroszkópikus szervezetek rendszertani összefoglalására. *Fehér* idevonatkozó kiterjedt vizsgálatai már beigazolták azt, hogy a talajbaktériumok túlnyomó nagy része kozmopolita. Az eddigi vizsgálatok alapján a különböző erdőtalajok, illetve a különböző erdőtípusok talajainak baktériumflórája között határozott különbséget nem lehetett találni.

Hogy a talajban milyen baktériumfajok fejlődnek ki, az nagyon sok tényezőtől függ. Az évszakok, azután az egymásra következő száraz és nedves periódusok, továbbá a talajhőmérséklet folytonos változásai érezhetően befolyásolják a talaj baktériumflórájának minőségbeli kifejlődését is. Ebből a szempontból kiváló példát nyújt nekünk a láptalajok mikrobiológiája. A tőzezlápok például csak a felületükön tudnak meglehetősen szegény aerob baktériumflórát életbentartani. Ezek alatt az aerob baktériumok alatt következik azután egy anaerob baktériumréteg, amely azonban alig egy-két fajból van összetéve. Miután magában a tőzezlápban ilyen módon csak anaerob baktériumok jutnak bele, világos, hogy az ott lefolyó bomlási folyamatok kivétel nélkül anaerob természetűek. Ha azonban egy ilyen tőzezlápot víztelenítünk, vagy meszezzük, abban az esetben benne a legkülönbözőbb fajú aerob szervezetek lépnek fel. Hasonlóképpen azt is tudjuk, hogy a legkülönbözőbb szerves anyagok, azután a műtrágyák, meszesemenő módon befolyásolják a talaj mikroflórájának minőségi és mennyiségi összetételét is. Közismert tény az is, hogy ezenfelül a talaj reakciója is erős behatást gyakorol a talajt benépesítő mikroorganizmusok faji összetételére és működésére. Csak tájékozással említem meg, hogy például az *Azotobacter* és a *Spirochaeta cytophaga* már abban az esetben is kedvezőtlen növekedést mutat, ha a talaj pH értékei 6 alá süllyednek, viszont ismerünk egy baktériumfajt (*Thiobacillus thiooxidans*), amely még akkor is életképes, ha a pH értékek 1 körül mozognak. Arra már korábban rámutattam, hogy a lemezöntéses módszerrel csak a talajban élő baktériumok egy részét tudjuk kimutatni. Elsősorban az úgynevezett fiziológiai baktériumcsoportok, ahova a nitrifikáló, denitrifikáló, N-kötő, pektinbontó, cellulózebontó és vajsavbontó stb. baktériumcsoportokat soroljuk, azok, amelyeket a lemezöntéses eljárás nem mutat ki jól, úgyhogy ezeket

különleges differenciáló táptalajokon kell tenyészteni. Különösen nehéz a cellulózebontó baktériumok tiszta tenyésztése, mert ezeket mindig kísérő baktériumok követik, amelyeknek az elválasztása és meghatározása csak hosszú és nehéz munka alapján lehetséges. Ide tartoznak a thermophil baktériumok, amelyeknek a tenyésztése szintén csak különleges módszerek segítségével sikerül. Ide soroljuk a metánbontó, a hidrogént, a ként és vasat oxidáló stb. baktériumokat is, amelyeknek a szerepe még nincsen minden összefüggésében teljesen tisztázva. Éppen ezért az eddig alkalmazott eljárások alapján teljesen lehetetlen, hogy végleges képet és végleges ítéletet alkossunk magunknak a talajt benépesítő mikroszervezetek, főleg baktériumok %-os összetételéről. A rendszerint használt határozó könyvekben, így elsősorban *Lehmann és Neumann* munkájában (1927), azután *Bergey* (1934) művében egész sereg baktérium van leírva, amelyeknek a talajban lévő működését jól ismerjük. De viszont, véleményem szerint, még nagyon sok olyan is van, amelyeknek a talajban elfoglalt szerepe még nem ismeretes teljesen. Ehhez járul még az a körülmény is, hogy az állandóan folyamatban lévő vizsgálatok azonfelül még folyton új fajokat is határoznak meg. Egyedül egy ilyen fajtának a teljes élettani és ökológiai feltárása maga már kiterjedt és bonyolult tudományos munkát igényel.

Emellett azt sem szabad elfelejtenünk, hogy a legtöbb idáig megjelent munkában mindig csak egy kis részét tudták a talajt benépesítő baktériumoknak fajok szerint kimutatni. Ezen a téren különösen *B. Meyer* és munkatársainak, továbbá *Ford* és munkatársainak (1916) nagyon sokat köszönhetünk. Ők ugyanis már viszonyszámot állapítottak meg azon spóráképző és nem spóráképző baktériumok között, amelyek a rendes gelatinalemezen kifejlődtek.

Hiltner és *Störmer* már 1903-ban azt találták, hogy 20%-a azoknak a telepeknek, amelyek a rendes használatban levő ágár- és gelatinalemezekben kifejlődnek, a sugaras gombákhoz (Actinomycetes) tartozik. *Waksman* (1930) viszont úgy találta, hogy ez a viszonyszám 40–60%-ot tesz ki. A sugaras gombák szerepe a talajban, úgylátszik, nagyon fontos, miután mind nagyobb és nagyobb számban kezdik őket megtalálni a legkülönbözőbb talajokban. Különösen érdekesek *Fehérnek* és *Bokornak* az idevonatkozó vizsgálatai, amelyek azt mutatják, hogy a homokos és szíkes talajok túlnyomó részét ilyen sugaras gombák népesítik be. *Fehér* és *Killian* legutolsó vizsgálatai pedig, amelyeket a Szahara extrém száraz talaján végeztek, azzal a meglepő eredménnyel zárultak, hogy ezen talajoknak a mikroflórája túlnyomó részét szintén a sugaras gombák alkotják. Ők különben ugyanezt az úgynevezett közvetlen mikroszkópikus vizsgálattal is kimutatták. Különben *Fehér* legutolsó vizsgálatai bizonyos fókig a talajt benépesítő baktériumflóra faji összetételének a változásait is meglehetősen felderítették. Szerinte az összbaktériumszám maximumát nyáron a spóra-

képző baktériumok teszik. A többi évszakban viszont a nem spóraképző baktériumok vannak túlsúlyban.

A 11. sz. táblázatban most már összefoglaltam mindazokat a baktériumfajokat, amelyeket a vizsgálataim alatt kitenyésztettem. A táblázatban ágárlemezen és az úgynevezett Buri-csővekben kitenyésztett baktériumfajokat soroltam fel.

A fiziológiai feladatot teljesítő baktériumok közül egyelőre a N-kötő *Azotobacter chroococcum*, a *Clostridium pastorianum*ot és a nitrifikáló baktériumokat tenyésztettem ki és határoztam meg, nevezetesen a *Nitro-*

11. sz. táblázat.

Szám Nr.	Név — Name	Kísérleti területek Versuchsflächen							
		1. OMaT.	2. OMT.	3. MT.	4. VT.	A próbavétel időpontja Zeitpunkt der Untersuchung			
		IX.		I		IX.		I	
		IX.	I	IX.	I	IX.	I	IX.	I
1.	<i>Azotobacter chroococcum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	<i>Micrococcus freudenreichii</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
3.	" <i>candidus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
4.	" <i>sphaeroides</i>	.	.	+	.	.	.	+	.
5.	<i>Flavobacterium diffusum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
6.	" <i>aurescens</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
7.	<i>Chromobacterium janthinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
8.	" <i>amethystinum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
9.	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	.	.	+	.	.	.	.	.
10.	<i>Cellulomonas biazotea</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
11.	" <i>rossica</i>	.	.	.	.	+	.	.	+
12.	" <i>bibula</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
13.	" <i>ferruginea</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
14.	" <i>perlurida</i>	.	.	.	.	+	.	.	.
15.	" <i>minuscule</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
16.	" <i>subcreta</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
17.	" <i>liquata</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
18.	" <i>lucrosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
19.	<i>Achromobacter nitrificans</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
20.	" <i>agile</i>	.	.	.	.	.	+	.	.
21.	" <i>hartlebii</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
22.	" <i>contropunctatum</i>	.	.	.	.	.	+	.	+
23.	" <i>guttatum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.
24.	" <i>ravenelii</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
25.	" <i>geniculatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
26.	" <i>punctatum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
27.	" <i>candicans</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
28.	" <i>fermentationes</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
29.	<i>Bacillus cytaseus</i>	.	+	+	+	.	+	.	+
30.	" <i>cereus</i>	.	+	+	+	+	.	.	.

somonast és a *Nitrobacter Winogradskyi*, amelyeket Fehér a finn erdőtalajokban már korábban kimutatott.

A denitrifikáló baktériumokat nem kell külön kitenyészteni, miután ezek fakultatív élő szervezetek, úgyhogy a legtöbbet közülük már a többi baktérium között megtaláljuk és meg is határozhatjuk.

A cellulózebontó baktériumokat nem határoztam meg és így csak annak a megjegyzésére szorítkozom, hogy minden talajpróbában úgy aerob, mint anaerob cellulózebontást állapíthattam meg. A baktériumfajok meghatározásának alapjául *Bergey* könyvét használtam. Egyelőre nem lett

Tabelle 11.

		A próbavétel időpontja Zeitpunkt der Untersuchung							
Szám	Név — Name	2. OMaT.	2. OMT.	3. MT.	4. VT.				
Nr.		Kísérleti területek Versuchsflächen							
		XI.	I.	XI.	I.	IX.	I.	IX.	I.
31.	Bacillus mycoides	+	+	+	+	.	.	.	.
32.	" prausnitzii	+	.	.	.	.	+	.	.
33.	" graveolens	.	.	.	+	+	+	.	.
34.	" petasites	.	.	.	+	.	.	.	.
35.	" cohaerens	.	+	.	.	.	.	.	.
36.	" ruminatus	.	.	.	.	.	+	.	.
37.	" danicus	.	+	.	+	.	+	.	.
38.	" silvaticus	.	.	+	.	+	.	.	.
39.	" fusiformis	.	.	.	.	.	.	+	.
40.	" sphaericus	.	+	.	.	.	+	.	.
41.	" pseudotetanicus	.	+	.	+	.	.	.	.
42.	" circulans	.	+	.	+	.	.	.	.
43.	" robustus	.	.	.	.	.	+	.	.
44.	" n. sp. ?	.	+	.	+	.	+	.	.
45.	" tumescens	.	+	+	.	+	.	.	+
46.	" laterosporus	.	+	.	.	.	.	.	+
47.	" globigii	.	+	.	.	.	.	.	+
48.	Clostridium butyricum syn Cl. pasto- rinianum	+	+	+	+	+	+	+	+
49.	" aerofetidum	.	.	.	.	.	+	.	.
50.	" bifermentans	.	.	.	.	.	+	.	.
51.	" multifermentans	.	.	.	.	.	.	+	.
52.	" sporogenes	.	.	.	.	+	.	.	.
53.	" cochlearum	.	+	+	+	+	.	+	+
54.	" spermoides	+	.	+	+	+	.	+	.
55.	" hyalinum Fehér	.	+	.	.	.	.	.	+
56.	Actinomyces citreus	+	.	.	.	.	.	.	.
57.	" cellulosae	+	.	.	.	.	.	.	.
58.	" griseoflavus	.	.	+	+	.	.	+	.
59.	" diastatochromogenus	.	.	+	.	+	.	.	.
60.	" flavochromogenus	.	.	.	+	.	.	.	.
61.	" purpeochromogenus	.	.	+	.	.	.	.	.

volna sok értelme, a vizsgálataim korlátozott terjedelmére való tekintettel annak, hogy az ágárlemezekről kitenyésztett fajok mennyiségi előfordulását viszonyyszámokkal fejeztem volna ki. Különben az a véleményem, hogy ezek a számok nem tökéletesen jellemzők a talajban uralkodó viszonyokra, miután a lemezöntéssel csak kis részét tenyésztjük ki a baktériumoknak, úgyhogy a viszonyszámok megadásának abszolút értelemben nem sok értelme van.

Összesen kitenyésztettem tehát 61 fajt. Ez a 61 faj a következőképpen van elosztva a különböző erdőtípusok talajában: OMaT 28, OMT 22, MT 24, VT 25. Látjuk tehát, hogy a fajták különbsége, a fajok száma az egyes erdőtípusokra vonatkozólag nem ad érezhető különbségeket. A leg-

12. sz. táblázat.

Tabelle 12.

Sorszám Nr.	Név — Name	Kísérleti területek — Versuchsflächen			
		1	2	3	4
		% -ban — in Prozenten			
1.	Genus: Micrococcus	2	3	—	8
2.	" Flavobacterium	2	—	—	2
3.	" Chromobacterium	2	—	—	2
4.	" Pseudomonas	—	3	—	—
5.	" Cellulomonas	8	—	8	18
6.	" Achromobacter	5	3	15	18
	" Nem spóráképzők együtt — Nicht sporenbildende, zusam.	19	9	23	48
7.	" Bacillus	49	55	55	18
8.	" Clostridium	16	20	18	30
	" Spóráképzők összesen — Sporenbildende, zusammen	65	75	73	48
9.	" Actinomyces	16	16	4	4
		100	100	100	100

kevesebb fajt szeptemberben tenyésztettem ki. Összesen 37-et, míg januárban 54-et. A fajok száma tehát télen nagyobb volt, mint ősszel.

Hogy most már a különböző génuszok az egyes erdőtípusok talajában milyen összetételben szerepelnek, azt a 12. sz. táblázatban mutatom meg. Ebben a táblázatban az ágárlemezekeken kitenyésztett fajták %-os előfordulását is feltüntettem. Ez a táblázat azt mutatja, hogy a spóráképző baktériumok %-os előfordulásában a három jobb erdőtípus talajában nem igen lehet nagyobb különbségeket találni. Az ötödik erdőtípus talajában azonban már más képet kapunk. Itt ugyanis a spóráképző baktériumok aránylag kisebb számban vannak képviselve, mint a nem spóráképzők.

Azt is kimutathatjuk a 12. sz. táblázat alapján, hogy a két rosszabb erdőtípus talajában sokkal kevesebb sugaras gomba található, mint a jobb

erdőtalajokban. Nem szeretném azonban még magam sem ezen eredményeimet véglegeseknek tekinteni. Meg vagyok győződve arról, hogy a kutatásaim nagyon sok új eredményre vezethetnek. Az eddigi eredményeim is beigazolják azonban azt, hogy nagyjában a különböző talajok baktériumflórájának az összetételében bizonyos különbségek feltétlenül megfigyelhetők.

Teljesen osztozom tehát *Fehér* véleményével és elismerem annak a tételnek a helyességét, hogy épúgy, mint a földfeletti növénysszövetkezetek, az erdőtalajok növénysszövetkezetei faji összetételükben állandóan változnak, ugyanúgy változnak a földalatti baktériumok fajai is az ő saját törvényszerűségeikkel szerves összetételükben.

B) A mikroszkópikus gombák.

Ha a makroszkópikus gombáktól el is tekintünk, az erdő talajában még mindig nagy számban fogunk mikroszkópikus gombákat találni. *Lehmann* (1925) szerint a talaj gombaflórája főleg mycélium alakjában fordul elő. *Waksman* (1916) szerint a talaj mikroszkópikus gombaflóráját a legkülönbözőbb típusok alkotják. Azonfelül a talaj organikus anyag-tartalma, a talaj reakciója, víztartalma, továbbá a talaj életét befolyásoló többi tényezők erősen befolyásolják a talajban található gombaflóra mennyiségi és minőségi viszonyait. Így közsímet dolog például, hogy a hidegebb éghajlat alatt az erdő talajában a *Mucor*- és a *Penicillium*-fajok dominálnak. Míg ellenben a meleg égöv alatt több *Aspergillus*-fajt fogunk találni.

Már az értekezésem elején is rámutattam arra a fontos szerepre, amelyet a mikroszkópikus gombaflóra az erdő talajában lefolyó különböző életfolyamatoknál játszik. Különösen a mi északi humid talajunkban nagyon fontos szerep jut a mikroszkópikus gombáknak a cellulóze bontásnál, miután ezekben a savanyú talajokban a cellulózebontó baktériumok nem fejlődnek jól.

Nagyon sok kutató foglalkozott a mikroszkópikus gombáknak a talajokban való elterjedésével és szerepével. Itt tájékoztatásul csak a következőket említem meg: *H. Gemm* (1908—1910), *Traaen* (1914), *Waksman* (1916—1922), *Neller* (1920), *Conn* (1922), *Lehmann* (1928), *Janke* és *Holzer* (1929) és *Fehér* (1933). Ezzel kapcsolatban szeretnék még *Vartiavaara* (1935) munkájára is rámutatni, aki két, a talajtan szempontjából is fontos penészgombának az anyagcsere körfolyamatát vizsgálta meg.

A vizsgálataim alatt meghatározott gombafajokat a 13. sz. táblázat tartalmazza.

A fajhatározásnál *Lindau* ismert könyvét alkalmaztam, viszont kétes esetekben *Rabenhorst* ismert nagy munkáját is tekintetbe vettem.

Azt sem kell talán külön hangsúlyoznom, hogy azokat a fajokat, ame-

lyeknek termőtestét a lemezeken megfigyelni nem lehetett, tisztán tenyésztettem ki. A fajok közül szerepel egy a táblázatban, mint ismeretlen névvel megjelölt fajta, amelyet, miután termőtestet nem hozott, még J. Westerdijk vezetése alatt álló központi gombalaboratórium sem tudott meghatározni.

Amint az összeállítás mutatja, összesen 60 különböző gombafajt tenyésztettem ki. Miután a gombák meghatározása technikailag egyszerűbb és nem igényel komplikált tenyésztési eljárásokat, azért márciusban is tudtam határozásokat végezni, amely művelet ebben a hónapban a baktériumoknál az idő rövidsége miatt nem volt lehetséges.

13. sz. táblázat.

		Kísérleti területek Versuchsflächen											
Szám Nr.	Név — Name	1. OMaT.			2. OMT.			3. MT.			4. VT.		
		A próbavétel időpontja Zeitpunkt der Untersuchung											
		IX	I.	III.	IX	I	III.	IX.	I	III.	IX	I.	III
1.	Mucor Mucedo	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.
2.	" Ramannianus	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
3.	" racemosus	.	+	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.
4.	" spinosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5.	" circinelloides	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
6.	Rhizopus nigricans	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
7.	Thamnidium elegans	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
8.	Mortierella Rostafinskii	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9.	" candelabrum	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
10.	Syncephalis cordata	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
11.	Saccharomyces ellipsoideus	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12.	" mycoderma	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13.	Chaetomium globosum	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
14.	Monilia candida	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
15.	" acremonium	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
16.	" aurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
17.	" geophila	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
18.	" Koningi	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
19.	Trichoderma lignorum	+	+	.	.	+	.	+	+	.	.	+	.
20.	" Koningi	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
21.	" album	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
22.	Corethropsis paradoxa	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23.	Aspergillus glaucus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
24.	" fumigatus	.	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+
25.	" flavus	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	+	+
26.	" clavatus	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
27.	" niger	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
28.	" candidus	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
29.	Citromyces Pfefferianus	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
30.	" glaber	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+

A három különböző évszakban különben a következő számú fajt határozta meg: szeptemberben: 22, januárban: 24, márciusban: 35 fajt. Érdekes és feltűnő, hogy éppen úgy, mint a baktériumoknál, télen mutattam ki a legtöbb fajt. Ez valószínűleg annak a következménye, hogy télen az erősen fagyott talajban a gombák spórák alakjában telelnek át, amelyeket a lemezöntéses eljárás maradék nélkül kimutat. Sokkal érdekesebb azonban az eredmény összehasonlítása akkor, ha az összes előfordult fajokat az egyes kísérleti területek szerint hasonlítjuk össze egymással.

Az összehasonlítás a következő:

OMaT 32, OMT 32, MT 20, VT 24.

Tabelle 13.

Szám Nr.	Név — Name	Kísérleti területek Versuchsflächen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		1 OMaT.				2. OMT.				3. MT.				4. VT.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		A próbavétel időpontja Zeitpunkt der Untersuchung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		IX	I.	III	IX.	I.	III.	IX.	I.	III.	IX.	I.	III																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
31.	Penicillium	crustaceum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Ez az összehasonlítás arra enged következtetni, hogy valószínűleg a mikroszkópikus gombák faji összetétele, hasonlóan a számukhoz, a jobb erdőtípusok talajában sokkal gazdagabb, mint a rosszabbakéban. A 13. sz. táblázatból még nem lehet megállapítani, hogy milyen fajok jellemzők az egyes erdőtípusok számára. Idevonatkozólag, véleményem szerint, további vizsgálatok szükségesek.

14. sz. táblázat.

Tabelle 14.

Az egyes gombagénuszok %-os előfordulása a megvizsgált kísérleti területeken.

Prozentuales Vorkommen der einzelnen Pilzgenera auf den untersuchten Versuchsfeldern.

Szám Nr.	Név — Name	Kísérleti területek Versuchsfeldern			
		1	2	3	4
		%o-ban in Prozenten			
1.	Genus: Mucor . . .	33	12	12	2
2.	" Rhizopus . . .	—	—	3	7
3.	" Thamnidium . . .	1	10	—	—
5.	" Mortierella . . .	3	2	—	—
5.	" Syncephalis . . .	—	4	—	2
6.	" Saccharomyces . . .	4	—	—	—
7.	" Chaetomium . . .	2	1	—	—
8.	" Monilia . . .	4	1	—	7
9.	" Trichoderma . . .	15	5	7	7
10.	" Corethropsis . . .	2	—	—	—
11.	" Aspergillus . . .	7	14	28	17
12.	" Citromyces . . .	2	1	4	7
13.	" Penicillium . . .	9	16	14	9
14.	" Gliocladium . . .	—	1	—	—
15.	" Briarea . . .	—	4	—	—
16.	" Sporotrichum . . .	6	7	2	—
17.	" Rinotrichum . . .	—	—	4	2
18.	" Haplaria . . .	1	—	—	—
19.	" Botrytis . . .	2	4	18	—
20.	" Tolypomyria . . .	—	2	—	—
21.	" Acrocylindrium . . .	—	—	—	2
22.	" Acrostalagmus . . .	1	1	4	—
23.	" Spicaria . . .	—	1	—	—
24.	" Torula . . .	—	—	—	2
25.	" Periconia . . .	—	2	—	—
26.	" Trichosporium . . .	—	—	—	4
27.	" Haplographium . . .	2	—	—	2
28.	" Cladosporium . . .	—	—	—	2
29.	" Coremium . . .	—	—	—	1
30.	Meghatározatlan — unbekannte Art . . .	6	12	4	17
		100	100	100	100

Hogy az eredményeimet így értelemben is legalább részben kiértékelhessem, az egyes gombagénuszok szerint, ezeknek a százalékos előfordulását is kiszámítottam. Ez a kiszámítás olyan módon történt, hogy a vizsgálatnál az egyes lemezeken minden egyes gombatelepet meghatároztam s ezen meghatározásom alapján számítottam ki az egyes génuszok százalékos előfordulását az egyes kísérleti területeken. Az így kapott értékekből azután középértékeket számítottam. Ezeket az eredményeket tartalmazza a 14. sz. táblázat.

Feltűnő ebben a táblázatban a *Mucor*-génusz nagy százalékos aránya — 33% —. A legjobb erdőtípus talajában feltűnően nagy a *Trichoderma*-fajok száma is. Azonkívül azt is megállapíthatom, hogy nagyon sok olyan fajjal van dolgunk, amelyek főképpen a két legjobb erdőtípus talajában fordultak elő. Ezek a fajok a következők: *Mucor*, *Thamnidium*, *Mortierella*, *Saccharomyces*, *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Corethropsis*, *Gliocladium*, *Briarea*, *Haplaria*.

Viszont arra is rá kell mutatnom, hogy úgylátszik olyan fajok is vannak, amelyek ezzel ellentétben a két rosszabb erdőtípus talajában fordulnak elő tömegesen. Ilyenek a következők: *Rhizopus*, *Monilia*, *Aspergillus*, *Citromyces*, *Rhinotrichum*, *Acrocylindrium*, *Torula*, *Trichosporium*, *Cladosporium* és az ismeretlennek feltüntetett faj. A többi faj viselkedéséről az eddigi vizsgálatok alapján még nem alkothatunk magunknak végleges képet. Nekem az a véleményem, hogy a gombaflóra összetétele és az erdőtípusok minéműsége között feltétlenül bizonyos összefüggések vannak.

Az sem lehetetlen, hogy az erdő talaját benépesítő gombaflóra különböző társulásai az egyes termőhelyek biológiai aktivitását is jelentékenyen befolyásolják.

Szeretnék most még arra is rámutatni, hogy azok a számok, amelyek az egyik vagy a másik gombafaj gyakoriságát mutatják, csak viszonylagos értékkel bírnak és ezeket igen óvatosan kell használni. Egyes kutatók, mint *Vartioara* (1935) megjegyzi, nagy súlyt helyeznek ezekre a viszonyszámokra. Ezek kiértékelésénél azonban tekintetbe kell vennünk, hogy a különböző fajok spóráképző képessége időben nem egyformán folyik le. Egyes fajok gyorsan képeznek spórangiumokat és gyorsan szaporodnak, viszont más fajták pedig, amelyek a talajban nagyobb szerepet játszanak, nehezen tenyészthetők ki a lemezöntéses eljárással. A talaj mikroflórájának végleges és egységes kutatásánál tehát ezt a sajátságot tekintetbe kell vennünk. Azonfelül arra is rá kell még mutatnom, hogy valószínű a mikroszkópikus gombafajok között is vannak egyesek, amelyeket a rendszerint használt eljárásainkkal nem igen tudunk kimutatni és amelyek a talajban felette fontos szerepet játszhatnak. Azonfelül a makro-

szkópikus gomboflórát és így közöttük a mykorrhizagombákat is tekintetbe kell vennünk.

A talaj gombaflórájának a vizsgálata tehát alapos és kiterjedt kutatásokat kíván és csak ezeknek az alapján lehet végleges következtetéseket levonni.

5. A megvizsgált talajok moszatjai és protozói.

A) Moszatok.

A legtöbb talajbiológus, amint ezt az irodalmi adatok kiválóan mutatják, rendszerint csak a baktériumokkal és a gombákkal foglalkozott, ezért a talajt benépesítő moszatok szerepéről és jelentőségéről még viszonylag nagyon keveset tudunk.

Stoklasa volt az első, aki rámutatott a moszatoknak a talaj életében elfoglalt fontosságára. Mindenütt, ahol élő talajjal van dolgunk, meg fogjuk találni ezeket a szervezeteket. Ökológiai jelentőségük azonban még nincs teljesen felderítve.

Stoklasa (1899) kimutatta, hogy a moszatok erős behatást gyakorolnak úgy a baktériumok számára, mint azoknak a teljesítőképességére. Különösen fontos szerepet játszanak ebből a szempontból azáltal, hogy a baktériumokkal szingikus viszonyban élnek. Ezt a jelenséget *Stoklasa* (1926) 15 éves kutatásai alapján mutatta ki. Tekintetbe kell vennünk azt is, hogy a folyton elhaló moszatok korhadó testeikkel a talaj szerves anyagtartalmát nagyon erősen növelhetik, hiszen például *Fehér* 700.000 moszatot is kimutatott 1 gr erdőtalajban. Ezt a jelenséget tehát a moszatok ökológiai jelentőségének a megítélésénél mindig tekintetbe kell vennünk. *Fehér* szerint pl. 75.000 moszattest súlya körülbelül tízmillió baktériumtest súlyának felel meg.

Korábban a moszatoknak különös jelentőséget tulajdonítottak a talaj nitrogénháztartásában. Azt hitték róluk, hogy együttélésben vannak a különböző *Azotobacter*-fajokkal. *Schroeder*, valamint *Rippel* (1933) említik, hogy vizsgálataik nyomán ki tudták mutatni, hogy a moszatok N-kötő baktériumokkal élnek együtt és ezen együttélés folyamata alatt megkötik a levegő gázalakú nitrogénjét. Idevonatkozólag azonban meg kell mindjárt említenem, hogy a moszatokkal kapcsolatos és olyan gyakran megfigyelt N-kötés valószínűleg a kísérleteknél előforduló módszerbeli hibákra vezethető vissza, amelyek közül elsősorban a tiszta tenyészeteknek baktériumokkal való megfertőzését szeretném megemlíteni.

Rippel (1903) megemlíti újabban *Ellison* és *Morris* vizsgálatait, akik adataik szerint abszolút tiszta moszattenyészetekkel foglalkoztak és ennek dacára N-kötést tudtak kimutatni. A legtöbb moszat a legfelső talajrétegekben él és, minthogy mint autotroph szervezetek táplálkoznak, tehát

asszimilációs tevékenységükből kifolyólag a talajt oxigénnel gazdagítják.

Amint *Esmarch* (1917), azután *Moore* és *Carrel* (1919) vizsgálatai mutatják, még 1 m mélységben is élnek talajmoszatok, sőt *Fehér* és *Frank* (1935—1936) még két méter mélységben is mutattak ki élő moszatot. Korábban azt hitték, hogy ezek a moszatok a mélyebb talajrétegekben nem tudnak asszimilálni, hanem heterotroph életmódot folytatnak. Ezt a nézetet képviselte *Waksman* is (1930). *Fehér* és *Frank* (1936) legújabb kutatásai alapján a talajban élő moszatok heterotroph életmódja kizártnak látszik. Az ő legújabb eredményeik szerint a mélyebb talajrétegekben élő moszatok a talaj infravörös, tehát az úgynevezett láthatatlan meleg sugarait használják fel az asszimilációs tevékenységük lefolytatására. Emellett a külső befolyások is hatnak a moszatok kifejlődésére.

Peterson (1915) kimutatta a talaj reakciójának a jelentékeny befolyását. Úgy látszik, hogy egyes fajok inkább a savanyú, míg mások a közömbös reakcióval bíró talajokban fordulnak elő.

Fehér (1933) munkái a talajalgák horizontális, tehát földrajzi elterjedését mutatták ki. Ezen munkák alapján megállapíthatjuk, hogy a Schizophyták, Zygomphyták és Chlorophyceák a különböző talajokban meg lehetősén változó magatartást tanúsítanak. A legtöbb faj elterjedését illetőleg kifejezetten kozmopolita. Ezzel a sajátosságukkal függ természetesen össze, hogy a talaj reakciójához, hőmérsékletéhez és víztartalmához messzenemő módon tudnak alkalmazkodni. Számuk Közép-Európában rendszerint nagyobb, mint Észak-Európa hidegebb talajában. Úgy látszik, hogy délen a magasabb talajhőmérséklet, a talajok jobb szellőzőtsége, de nem utolsó sorban a jobb megvilágítási viszonyok is kedvező hatást gyakorolnak a moszatflóra kifejlődésére. *Fehér* különben a moszatok évszakonkénti változását is kimutatta s az eddigi vizsgálatok szerint ezek maximumukat késő ősszel érik el.

Az elmondottakból következik, hogy a talaj moszatflórájának a vizsgálatát, illetőleg ezeknek a szerepét a talaj biológiai kutatásánál nem szabad figyelmen kívül hagyni. Hogy teljes képet kaphassunk a talaj mikrobiológiai aktivitásáról, ezeket a szervezeteket is mindig gondosan tekintetbe kell vennünk.

A talajban lévő moszatok vizsgálata természetesen teljesen különleges vizsgálati módszereket kíván, amelyek eltérnek a vízi, illetőleg a vízben élő moszatok kutatásánál használt eljárásoktól. Hogy a különböző moszatoknak a megvizsgált talajpróbákban való mennyiségbeli előfordulására is felvilágosítást kapjak, szeptemberben és januárban idevonatkozólag vizsgálatokat végeztem. A moszatok tenyésztését a vizsgálati eljárásoknál már megadtam. Az eredményeket pedig a csatolt 15. sz. táblázatban közlöm.

Miután a táblázat adatai azt mutatják, hogy a moszatoknak a mennyi-

ségi és minőségi viselkedése nemcsak a talaj jóságától függ, hanem ezt más tényezők is befolyásolják, a táblázatban a kísérleti területek leírását még egyszer megadtam. Az adatok különben azt mutatják, hogy a két vizsgálati időszakban nyert számok nem igen térnek el egymástól, csak a 4-es számú talajpróbában találunk télen bizonyos mennyiségbeli növekedést.

Összehasonlítva az egyes erdőtípusok talaját, viszont azt fogjuk találni, hogy a moszatok száma és a típusjóság között nincs szorosabb összefüggés. Így tehát nem lehet azt a törvényszerűséget kimutatni, amit a baktériumoknál és a gombáknál kimutattunk. Különben nagyon érdekes, hogy a legkisebb számú moszatot a legjobban záródott állomány talajában találtuk. Ez a 2. sz. kísérleti terület talaja. Az 1., 3. és 4. sz. kísérleti területek már kevésbé záródott állományokat mutatnak és ezeknek a ta-

15. sz. táblázat.

Tabelle 15.

A talaj moszatflórájának mennyiségbeli előfordulása a megvizsgált kísérleti területeken.

Quantitatives Vorkommen der Bodenalgen in den untersuchten Bodenproben.

Kísérleti területek Versuchsflächen			A próba felvétel időpontja Zeitpunkt der Unter- suchung	Algaszám Zahl der Algen
1.	OMaT.	Záródás 0'8. Üde, morénás agyagtalaj. Lúcs és nyír elegyes állomány. 80 éves. Bestandesschluß 0'8. Frischer Moränen-Lehmboden. Fi-Bi-Mischwald. 80 Jahre.	IX.	80.000
			I.	80.000
2.	OMT.	Záródás 1'0. Üde morénás agyagtalaj. 100 éves lúcsfenyves Bestandesschluß 1'0. Frischer Moränen-Lehmboden. Fi. 100 Jahre	IX.	20.000
			I.	20.000
3.	MT.	Záródás 0'8. Üde homoktalaj. 100 éves lúcsos Bestandesschluß 0'8. Frischer Sandboden. Fi. 100 Jahre	IX.	40.000
			I.	40.000
4.	VT.	Záródás 0'7. Könnyű homoktalaj. 80 éves erdeifenyves Bestandesschluß 0'7. Leichter Sandboden. Ki. 80 Jahre	IX.	40.000
			I.	80.000
5.	CT.	Záródás 0'6—0'5. Száraz homoktalaj. 80 éves erdeifenyves Bestandesschluß 0'6—0'5. Trockener Sandboden. Ki. 80 Jahre.	—	—
			IX.	160.000

*) Pro gr nedves föld (feuchte Erde).

lajában, nagyon természetesen, nagyobb is volt a moszatok mennyisége. A legnagyobb számú moszatot az 5. sz. kísérleti terület talajában találtam, amelynek állománya a leggyérebb volt.

Természetesen nem szabad ebből arra következtetni, hogy egyedül és kizárólag csak a fény mennyisége befolyásolja a moszatok mennyiségbeli előfordulását. Egészen biztos, hogy a talajjóság, illetőleg a talajban képviselt táplálóanyagok szintén határozott szerepet játszanak. Valószínűleg a rosszabb erdőtípusok homoktalaja más szempontokból is, így az átszellőztetés szempontjából is jobb feltételeket adnak a moszatoknak, mint a kötöttebb erdőtalajok. Az azonban bizonyos, hogy a fény ezeknél az aszsimilatórikus tevékenységet kifejtő autotroph organizmusoknál valószínűen döntő szerepet játszik. *Fehér* vezetése és irányítása mellett meghatározott fajokat a 16. sz. táblázatban foglalom össze.

Ha most már a különböző moszاتفajok számát az egyes kísérleti területeken egymással összehasonlítjuk, akkor a következő eredményekre jutunk:

OMaT 26, OMT 18, MT 8, VT 6, CT 5.

Ezek az adatok viszont a típusjósággal kapcsolatban messzemenő párhuzamosságot mutatnak. Más szavakkal: a földalatti moszatlóra úgy viselkedik a termőhelyjósággal szemben, mint a talajt borító földfeletti magasabbrendű növényzet általában; a fajoknak a száma a termőhelyjósággal párhuzamosan emelkedik. Az eredmények különben arra is rámutatnak, hogy az egyes erdőtípusok még a bennük található moszاتفajok gyakorisága szempontjából is bizonyos különbségeket mutatnak. Természetesen ezen a téren is szükségesnek tartom a vizsgálatok további kiterjesztését.

B) A protozók.

A baktériumokon, gombákon és a moszatokon kívül a talajban véglények, protozók is találhatók. Az idevonatkozó irodalom elég gazdag, de ennek dacára a protozók jelentőségére és működésére vonatkozólag a nézetek meglehetősen eltérők.

Az első idevonatkozó közleményt 1837-ben *Ehrenberg* hozta nyilvánosságra. Már a múlt évszázadban megkísérelték a protozók ökológiai szerepét is felderíteni. Így ebben a viszonylatban *Müller* (1887) és *Breal* (1896) nevét szeretném megemlíteni, akik már rámutattak a moszatlóra szerepének a fontosságára a talaj szerves anyagainak a felbontásánál.

Breal szerint különösen a *Colpidium*-fajok azok, amelyek a talajban lévő szerves, korhadásnak indult növényi részek szétbontásában cselekvő szerepet játszanak. Véleménye szerint ezek még arra is képesek, hogy a szerves nitrogént tartalmazó vegyületeket ammóniákká változtatják.

Hogy számban és fajban nagyon gazdag protozóafaunával kell a ta-

lajban számolnunk és azt, hogy ennek a faunának a biológiai viselkedése a legnagyobb figyelmet érdemli, egy egész sereg kutató vizsgálatai bizonyítják. Így szeretném megemlíteni *Celli* és *Fiocca* (1894), *Beijerinck* (1896), *Huntemüller* (1905), *Kasagrandi* és *Barboglio* (1897), *Frosch* (1897) és *Hiltner* (1907) stb. nevét.

Wolf 1908-ban kísérletet végzett már arra is, hogy a protozók által végzett legfontosabb életfolyamatokat valamiképpen megmagyarázza. Szerinte ezek a következőkre képesek: 1. Pathogén baktériumokat közvetítenek. 2. Moszatokat, gombákat és baktériumokat felvesznek és megemésztene. 3. A talajból értékes anyagokat vesznek fel, ezeket bevezetik saját anyagcserekörfolyamataikba és ezáltal ezeknek az anyagoknak a mélyebb talajszintben való vándorlását megakadályozzák. 4. Külön hangsúlyozza

16. sz. táblázat.

A meghatározott algafajok összefoglalása.

Szám Nr.	Név — Name	Kísérleti területek Versuchsflächen									
		1. OMaT.	2. OMT.	3. MT.	4. VT.	5. CT.					
		A próbavétel időpontja Zeitpunkt der Untersuchung									
		IX.	I.	IX.	I.	IX.	I.	IX.	I.	IX.	
<i>Schizophyta.</i>											
1.	Aphonotheca stagnina . . .	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2.	Calothrix fusca . . .	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
3.	Chroococcus limneticus . . .	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.
4.	" varius . . .	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
5.	Coelosphaerium Kützingerianum . . .	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6.	Gloeocapsa magna . . .	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
7.	" polydermatica . . .	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
8.	" rupicola . . .	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
9.	" sabulosa . . .	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
10.	Gloeotheca rupestris . . .	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
11.	Mycrocystis pulvereae . . .	+	.	+	.	+	.	.	.	.	+
12.	" stagnalis . . .	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13.	Pleurocapsa cuprea . . .	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
14.	" minor . . .	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
15.	Schizothrix tinctoria . . .	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chlorophyceae.</i>											
16.	Botrydiopsis arrhiza . . .	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
17.	" minor . . .	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18.	Botryococcus Braunii . . .	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19.	Bumilleriopsis brevis . . .	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
20.	Chlorobotrys polychloris . . .	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
21.	Chlorocloster terrestris . . .	+	+	+	.	+	.	+	.	.	.
22.	Chlorococcum humicolum . . .	+	+	+	.	.	.	+	.	.	+
23.	Chlorosarcina minor . . .	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
24.	Chlorella sacharophylla . . .	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

azon sajátosságukat, hogy ezek a véglények kedvezőtlen viszonyok beállta esetén latens állapotba kerülnek, amelyből, mielőtt a viszonyok megjavulnak, életre ébrednek.

A talaj véglényeinek kutatása terén fordulópontot jelent Russel és Hutchinson (1899) nyilvánosságra hozott protozoaelmélete. Ezek a kutatók egész sereg kísérlet alapján megállapították, hogy a protozók a talajban lévő hasznos baktériumok kifejlődésére és életére káros hatást gyakorolnak. Így pl. a talajnak a kifáradását azzal magyarázták, hogy a talajban elszaporodnak a talajprotozók s ezek a baktériumokat tönkreteszik. Természetes, hogy ez az elmélet, amelyet az említett két kutató vizsgálatokkal is igazolt, további munkásságra adott okot.

Dacára azonban annak, hogy 1909 óta több száz munka foglalkozik és

Tabelle 16.

Systematische Zusammenstellung der bestimmten Algenarten.

Szám Nr.	Név — Name	Kísérleti területek Versuchsflächen									
		1. OMaT	2. OMT	3. MT.	4. VT.	5. CT.					
		A próbavétel időpontja Zeitpunkt der Untersuchung									
		IX.	I.	IX.	I.	IX.	I.	IX.	I.	IX.	
25.	Coccomyxa dispar.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	
26.	Cystococcus humicola	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
27.	Gloeococcus botryoides	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
28.	" Schröterii	.	.	+	.	.	.	.	.	.	
29.	Gloeocystis vesiculosa	.	.	.	.	.	.	+	.	.	
30.	Gloeotilia protogenita	+	.	.	.	+	.	.	.	.	
31.	Hormidium flaccidum	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
32.	Oocystis elliptica	+	.	.	+	.	.	.	.	.	
33.	" gloeocystiformis	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
34.	" natans	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
35.	" parva	.	.	+	.	.	.	.	.	.	
36.	Planophila assymetrica	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
37.	Pleurococcus vulgaris	+	.	+	.	.	.	.	.	.	
38.	Schizochlamys gelatinosa	.	+	+	+	.	.	.	.	.	
39.	Stichococcus bacillaris	+	.	+	.	+	.	+	.	+	
40.	Tetraspora lubrica	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
41.	Tribonema monochloron	.	.	+	.	.	.	.	.	.	
42.	Trochiscia aspera	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
43.	Westella botryoides	+	.	.	.	.	.	.	.	.	

foglalkozott a talajprotozóákkal, mégis megállapíthatjuk, hogy ezen a téren még nagyon messze vagyunk attól, hogy egységes felfogásról beszélhessünk. A legtöbb amerikai talajbiológus azon a nézeten van, hogy a protozók a talajban betokozódott állapotban vannak és ennek a következményeképpen tényleges életműködést nem tudnak kifejtteni. Egészen ellenkező véleményen vannak az angol és az orosz kutatók, akik viszont azt állítják, hogy a talajban, normális körülmények között, nagymennyiségű aktív véglény él, amelyek túlnyomórészt baktériumokkal táplálkoznak és ezért ezeknek a mennyiségét érzékenyen befolyásolják. Amellett az egyes kutatók arra az eredményre is jutottak, hogy a talajprotozóákat még azonfelül a talajban felhalmozott nitrát-nitrogén elkorhadásáért és megkisebbitéséért is felelőssé lehet tenni. Ezzel szemben *Koffmann* 1931-ben közvetlen módszerrel végzett vizsgálatai azt mutatják, hogy a protozók a talajban lefolyó mikrobiológiai életfolyamatoknál teljesen alárendelt szerepet játszanak. Véleménye szerint a protozók vizsgálatánál alkalmazott indirekt módszerek ezen a téren nagyon sok helytelen következtetés levonására vezetnek.

Ezen a téren még *Varga* (1929—33) kutatásaira is szeretnék rámutatni. Szerinte a talajban a főszerepet az aktív véglények játsszák, miután az encisztált protozók nem végeznek tényleges fiziológiai funkciókat. A véglényeknek a főtáplálékát talajbaktériumok és korhadó szerves anyagok képezik és kétségkívül a talajlélekzést is befolyásolják. Ellentétben az amerikai talajbiológusokkal, *Varga* azon a nézeten van, hogy a protozók feltétlenül befolyással vannak a talajbaktériumok életkörülményeire. Ő különben a protozók évszakonkénti számbeli ingadozásait is megfigyelte. Vizsgálatai szerint számuk két maximumot mutat. Egy kisebbet nyáron és erősen kifejlődöttet ősszel. Ez utóbbi jelenséget valószínű a talajba ősszel bejutó nagymennyiségű szerves anyag okozza. Vizsgálatai szerint a talajban lévő kapilláris víznek nagy befolyása van a talajban élő véglények életére. Ez a kapilláris víz az, amely őket betokozódott állapotukból tényleges élő szervezetekké változtatja át.

Az erdőtalaj protozoátartalma rendszerint kisebb, mint a kerti, mezőgazdasági vagy réti talajok véglénytartalma. Életműködésükre vonatkozólag *Varga* véleményét a következőkben foglalja össze:

Emelik a talajlélekzést, megkönnyítik a szerves anyagok feldolgozását és azonfelül, minthogy a protozók jelentékeny része állandóan elhal, azért nem kis mértékben járulnak hozzá az erdőtalaj N-tartalmának az emeléséhez.

Véleményem szerint, ha mindezeket tekintetbe vesszük, akkor sem zárkozhatunk el annak a megállapításától, hogy a protozóáknak az erdő talajában elfoglalt szerepe kétségkívül mögöttese marad az erdő talaját beépítő baktériumok jelentőségének. Én a magam részéről, miután a

talajpróbák a szállítás alatt kétségtől nagyobb változáson mentek át és ezek a változások nem kis mértékben, a véglényfauna viselkedését is érintették, csak tájékoztató vizsgálatokat végeztem.

A meglehetősen körülményes vizsgálati módszer következtében a Varga által (1933) kidolgozott eljárás szerint csak januárban határoztam meg a talajaimban található véglények mennyiségét. Általában tízezer véglényt találtam grammonként a talajaimban. Hasonlóképpen nem vizsgáltam meg rendszeresen a kísérleti területeim talaját, ezért a következőkben a kísérleti területek megnevezése nélkül sorolom fel a Varga vezetése és irányítása alatt meghatározott fajokat:

1. *Rhizopoda*: *Amoeba froshi*, *A. limax*, *A. terricola*, *Nuclearia simplex*. 2. *Mastigophora*: *Bodo celer*, *B. ludibundus*, *Cercobodo grandis*, *C. vibrans*, *Cercomonas longicauda*, *Monas arhabdomonas*, *M. oicomonas*, *Oicomonas termo*. 3. *Ciliata*: *Colpodium colpoda*, *Glaucoma scintillans*.

Az itt talált 15 faj természetesen nem bír nagyobb jelentőséggel. Ezt inkább csak arra szeretném felhasználni, hogy rámutassak a további vizsgálatok nagy jelentőségére. Azon a véleményen vagyok, hogy ezen a téren a további kutatásnak mind elméleti, mind gyakorlati szempontból rendkívül érdekes eredményei lesznek.

Az eredmények összefoglalása.

Ha ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit összefoglalóan és összehasonlítólag tárgyaljuk, úgy a következő fontosabb megállapításokra fogunk jutni.

1. Az egyes erdőtípusok talajában a talajt benépesítő mikroorganizmusok, tehát a talajbaktériumok és a mikroszkópikus gombák mennyiségi előfordulása a típusjóság szerint határozott különbségeket mutat, mégpedig olyan módon, hogy a kvantitatív viselkedés iránya mindig a típusjósággal párhuzamos. Ezt a jelenséget minden egyes évszakban megállapíthatjuk.

2. Nemcsak a baktériumok száma, hanem a fiziológiai baktériumcsoportok kvantitatív előfordulása és viselkedése, tehát a nitrifikáló, denitrifikáló, cellulózebontó és N-kötő baktériumok mennyiségbeli sajátosságai a talaj jósága szerint, szintén bizonyos határozott különbségeket mutatnak.

3. Különösen jellemző a nitrifikáló baktériumoknak a denitrifikáló baktériumokhoz való viszonya, amely a típusjósággal teljesen párhuzamosan halad.

4. Ennek megfelelően természetesen az összes N-tartalom és a NN-tartalom szintén egybevágó lesz a típusjósággal. Egyes erdőtípusok termőképességét tehát a mikrobiológiailag nagyon erősen befolyásolt N-tényező, mint egyébként más kutatók vizsgálataiból is kitűnik, nagyon erősen befolyásolja.

5. Ha a humusztartalmat, NN-tartalmat, a könnyen oldódó káli- és

foszfortartalmat a talajban a típusjósággal összehasonlítjuk, azt fogjuk találni, hogy ezen belül ezen faktorok mennyiségbeli előfordulása és a talajokban talált mikroorganizmusok számai között szintén messzemenő párhuzamosság fog jelentkezni.

6. A laboratóriumban mért talajlélekzés mennyiségbeli kifejezése kitűnően felhasználható, mint útmutató, a talajok aktivitásának a megítélésénél. Ezeket az eredményeket nagyon jól fel lehet használni arra, hogy a baktériumszámlálásnál nyert eredményeket alátámasszuk és ellenőrizzük.

7. A talajban talált különböző mikroorganizmusok száma elsősorban a humsztartalom, azután a víztartalom és a talaj hőmérséklete által lesznek befolyásolva.

8. Az erdőtípusok, illetőleg ezek talajának moszatflórája és véglényfaunája között az eddigi vizsgálataim kapcsán nem tudtam még határozottabb összefüggéseket megállapítani. Idevonatkozóan további vizsgálat szükséges. A moszatfajok száma azonban a típusjósággal kifejezett párhuzamosságot mutat.

9. Ezen vizsgálatok alapján teljes joggal állapíthatom meg, hogy a *Cajander*-féle erdőtípuselméletet a talajbiológia dinamikai jelenségei szempontjából is teljes egészében beigazoltnak vehetjük.

A biológiai talajkutatás erdőműveléstani jelentősége.

Minden erdészettudományi kutatási irány csak akkor nyerhet létjogosultságot, ha eredményeit a gyakorlati élet számára hasznosítani lehet. Minél fiatalabb valamilyen tudomány, annál nehezebb természetesen tisztázni ennek jelentőségét. Nagyon sokszor túlbecsüljük, nagyon sokszor pedig nem vesszük észre értékét.

Az magától értetődik, hogy a talajban lefolyó életfolyamatoknak a jelentőségét lebecsülnünk nem szabad. Nem szabad pedig elsősorban elméleti szempontból. A mikrobiológiai talajvizsgálatoknak alapértéke ezeknek tudományos jelentőségében van.

A talaj biológiája nemcsak azt teszi lehetővé, hogy a talajban foglalt holt anyagot felkutassuk, hanem azt is, hogy a talajban lefolyó biológiai folyamatokat megismerjük. Éppen ezért a talajbiológiai kutatásoknak főleg abban van az átfogó és alapvető jelentőségük, hogy segítségükkel a talajban lefolyó összes szervetlen és szerves folyamatokat megvilágíthatjuk és ennek a segítségével kivizsgálhatjuk, hogy milyen összefüggés áll fenn ezen folyamatok és a talaj termőképessége között.

Ezekre a biológiai vizsgálatokra az erdőtalaj kiválóan alkalmas, miután hosszabb ideig mentesítve van a mesterséges beavatkozástól, azért benne az összes anyagcsere körfolyamatok zavartalanul, a maguk eredetiségében folynak le. Amíg a mezőgazdaságban a megfelelő művelési eljárások arra

képesítenek bennünket, hogy a talajok jóságát befolyásolhatjuk, addig az erdőgazdaságban egyelőre ehhez nincs lehetőség. Itt a talaj jóságának a vizsgálata, a talaj teljesítőképességének a megítélése sokkal nehezebb, mint a mezőgazdaságban. Éppen ezért különösen az erdőtalajok vizsgálatánál van a talajbiológiai kutatásoknak különös jelentősége, miután ezeknek a segítségével mégis csak abba a helyzetbe juthatunk, hogy a talaj jóságáról és biológiai aktivitásáról végleges képet alkothassunk magunknak.

Nagyon természetes, hogy az erdőnek majdnem minden élettani megnyilvánulása végső fokon a talaj életével van összefüggésben. A talajban lévő különböző szerves és szervetlen tápanyagok mozgósítása csak ott lesz lehetséges, ahol a talajban lévő mikroflóra szintén kedvező életfeltételekre talál.

Az erdőtalajok mikrobiológiája terén elsősorban a szerves anyagok bontásánál lefolyó folyamatok érdekelnek legjobban bennünket. Tudjuk ugyanis, hogy akkor, amikor a mikroorganizmusok a talajban uralkodó kedvezőtlen életfeltételek következtében feladatuknak nem felelhetnek meg és így a talajra hulló korhadó szerves anyagok bomlása késedelmet szenved, nyers humuszréteg keletkezik, amely nemcsak a különböző táplálóanyagoknak az átalakulását akadályozza meg, hanem még azonfelül a talaj állapotára is rendkívül kedvezőtlen behatást gyakorol.

Az ezután elkövetkezendő talajbiológiai kutatásoknak tehát, különösen az erdőszettudományok terén, egyik legfontosabb feladatát képezik a szerves anyag bomlási folyamataival kapcsolatos kérdések tisztázása. Ha ugyanis valamilyen erdőtalajnál a bomlási folyamatok nem elég gyorsak és erősek ahhoz, hogy az alomréteget fokozatosan szervetlen vegyületekké alakítsák át, akkor nagyon természetesen az erdőművelésnek a feladata ezeket az átalakulási folyamatokat meggyorsítani.

Végeredményben ne felejtjük el, hogy a talajt borító egészségtelen nyers humuszréteg kifejlődése, az ezzel kapcsolatos rossz levegőgazdálkodás és a végeredményében így beálló egészségtelen elsavanyosodása az erdő talajának, mind olyan jelenségek, amelyek alapjukban véve a mikroorganizmusok működésével vannak összefüggésben. Arra is szükségtelen rámutatni, hogy ma már a korszerű erdőművelésnek megvan a lehetősége ahhoz, hogy a mikroorganizmusoknak ezt a működését bizonyos határok között befolyásolhassa és kedvezőbbé tehesse.

Különösen a lápkutatásnál van a mikrobiológiai módszereknek nagyon fontos alkalmazási lehetősége. A tőzeg szétbontása és ezzel kapcsolatosan a tápsók mozgósítása, továbbá a mikroflóra kifejlődése és aktivitása a víztelenített és a nem víztelenített lápi talajokban, mind olyan problémák, amelyeknek a megoldására elsősorban a talajbiológia fiatal tudománya van hivatva.

Minthogy éppen a mikroflóra és a mikrofauna nagyon gyorsan és

élénken reagál a külső behatásokra, úgy természetesen ezen a téren a különböző eljárásoknak tág tere nyílik. Mi ma már meglehetősen tisztában vagyunk azzal a befolyással, amit a különböző baktériumfajok a talaj elszárvanyodására gyakorolnak. Dacára azonban ennek a körülménynek, ezen a téren még sok a tennivaló, mert nem szabad elfelejtenünk, hogyha sikerült is néhány baktériumot és gombafajt tiszta tenyészeikben tanulmányozni különböző feltételek mellett, úgy a természettudományoknak ezen a terén a talajbiológiai kutatásnak egy hatalmas és ma még alig áttekinthető munkatere áll előttünk.

Különösen a mi északi humid erdőtalajainkban egy sereg olyan gyakorlati kérdésünk van, amelynek erdőművelési és más gyakorlati szempontból alapvető fontossága van. Idetartozik a különböző humusztípusok vizsgálata. Idesorolom annak a kutatását is, hogy a fafaj és az elegyarány és ezzel kapcsolatban a különböző gyakorlati műveleteink milyen befolyást gyakorolnak a talaj biológiai állapotára?

Ezek mind olyan problémák, amelyek *Wittich* (1930—31—33), *Fehér* (1931) és *Romell* (1932) idevonatkozó részletkutatásai mellett is még majdnem teljes egészükben megoldatlanok.

Különös fontosságot tulajdonítok a talaj mészgazdálkodása vizsgálatának. Hasonlóképpen nagyon fontos az erdőtalaj meszezésének a befolyása a talaj életére. Különösen fontos a finn erdőgazdaság szempontjából a természetes felújítás problémája, amely a mi száraz, fenyér talajainkon mind nagyobb és nagyobb nehézségekbe ütközik. E kérdés megoldásánál kétségkívül szintén rendkívül fontos szerepet fog játszani a talaj mikrobiológiai vizsgálata.

Befejezésül még különösen hangsúlyozni szeretném azt, hogy egy fiatal, fejlődésben lévő tudománytól, mint a talajbiológiától, ahol ma még az alapvető elméleti összefüggéseket kell kutatnunk, nem lehet azt követelni, hogy mindjárt most, a kezdetek kezdetén, gyakorlatilag pontos eredményeket szolgáltatson. Még mindig nagy területek maradnak szabadon, amelyeken először az elméleti összefüggéseket és azután a további benső törvényszerűségeket kell felkutatnunk, és csak ezeknek a felkutatása és megállapítása után teremthetjük meg azokat a szabatos elméleti alapokat, amelyeken a további, gyakorlatilag is fontos kutatásokat is felépíthetjük. A talajbiológia eddig elért eredményei is elég alapot szolgáltatnak azonban ahhoz, hogy különösen a mi viszonyaink mellett az idevonatkozó kutatásokat a gyakorlati erdőgazdálkodás érdekében is minél hamarabb és minél szélesebb alapokon megkezdhessük és kiépíthessük.

A fenti vizsgálatokat 1935—1936. évben végeztem el, mint csereősz-töndíjas.

Kedves kötelességemnek tartom, hogy elsősorban *dr. Fehér Dániel* egyetemi nyilv. r. tanárnak, az intézet igazgatójának hálás köszönetet

mondjak azért a közvetlen támogatásért és vezetésért, amellyel munkám elkészítését lehetővé tette.

Az intézet munkatársai közül különös hálára vagyok kötelezve *Frank Melánia* úrhölgynek, aki vizsgálataim egész ideje alatt részletekbe menő támogatásával és különösen a baktériumok és a gombák faji meghatározásánál igen nagy és értékes szolgálatokat tett nekem. Hasonlóképpen hálás köszönetemet nyilvánítom *dr. Varga Lajos* egyetemi magántanár úrnak, aki viszont a protozóa vizsgálataimnál nyújtott értékes segítséget. Köszönetemet nyilvánítom ezenfelül *Döme Károly* intézeti laboránsnak is, aki vizsgálataim minden egyes részében gazdag tapasztalatai alapján, különösen műszaki szempontból igen sok hasznos tanáccsal látott el.

Untersuchungen über die bodenmikrobiologischen Grundlagen der Cajanderschen Waldtypen.

Von: V. E. Svinhufvud, Helsinki.

(Aus dem Botanischen Institut der k. ung. Josef-Universität für die technischen und Wirtschaftswissenschaften, Sopron, Ungarn.)

Einleitung.

Es sind in der Forstwissenschaft und in der forstlichen Praxis recht verschiedene Methoden für die Bonitierung der Standorte benutzt worden. Die verbreiteten älteren Methoden sind dabei diejenigen Bonitierungsmaßnahmen, die sich auf die Bestände stützen. Man hat weiter die Standorte nach gewissen auffälligen Eigenschaften derselben zu natürlichen Gruppen zusammengefaßt. Man hoffte auch mit Hilfe der chemischen Bodenanalyse die Frage nach der Bonität lösen zu können, eine Hoffnung, die sich jedoch nicht hinreichend erfüllt hat.

Auf die Untervegetation haben bereits *Hult* (1881), *Norrlin* (1870, 1871), *Blomquist* (1872) und *Wainio* (1878) ihre Aufmerksamkeit gerichtet. Die eigentliche Waldtypenlehre geht jedoch auf die fundamentalen und ursächlichen Forschungen *Cajander's* zurück. Er hat seine ersten Waldtypenuntersuchungen in den Jahren 1904 in Deutschland angestellt. Die erste eingehendere Arbeit war die in 1909 veröffentlichte „Über Waldtypen“. Die in dieser Schrift entwickelten Ideen wurden später durch mehrere Arbeiten bestätigt und weiter entwickelt (1916, 1923, 1925, 1930).

Seit ihrer Entstehung wurde die Bedeutung dieser Lehre durch Untersuchungen mehrerer Forscher auf verschiedenen Gebiete der Forstwissenschaft in weitgehendem Maße festgestellt. Es wäre hier nicht zweckmäßig, über die recht verschiedenen Waldtypenuntersuchungen in den verschie-

denen Ländern näher zu berichten. Recht vollständige Besprechungen und Literaturverzeichnisse über diese verschiedenen Richtungen und Untersuchungen findet man z. B. in folgenden Arbeiten: *Ilvessalo* (1920 a, b), *Cajander* (1935), *Lönnroth* (1935, 1936), *Helmburger* (1934), *Schoenichen* (1933).

Die hervorragende Bedeutung der Waldtypenlehre für die finnische Forstwissenschaft zeigen besonders die taxatorischen Untersuchungen von *Ilvessalo* und *Lönnroth*. Schon seit dem Jahre 1913 sind die Waldtypen in der staatlichen Waldwirtschaft Finnlands in Anwendung gebracht worden, und dieselben haben sich bei der Auswahl der Holzart und bei den verschiedenen forstlichen Maßnahmen, sowie für die forstwirtschaftlichen Produktions- und Rentabilitätsberechnungen und schließlich für die ganze Waldbetriebsregelung (*Lönnroth*, 1937) als eine feste Basis erwiesen. Es ist hier zu bemerken, daß man natürlich Standortbonitäten nur mit Hilfe der Waldtypen hat aufstellen können.

In der vorliegenden Untersuchung interessieren uns ganz besonders die Unterschiede der wichtigsten Bodeneigenschaften der finnischen Waldtypen. Es haben bereits *Valmari* und *Aaltonen* solche Eigenschaften in chemisch-physikalischer Hinsicht erfolgreich untersucht. Zusammenfassungen über ihre wichtigsten Resultate sind schon früher erschienen (*Cajander* 1935, 1930, *Aaltonen* 1929). Da diese Resultate aber für die vorliegende Untersuchung von großer Bedeutung und besonderem Interesse sind, dürfte es zweckmäßig sein, sie hier nochmals wiederzugeben.

Um zu prüfen, welche Eigenschaften des Bodens bei den Waldtypen maßgebend sind, wurden von *Valmari* (1921) insgesamt etwa 600 Bodenproben analysiert, wobei der Glühverlust, der Gesamtelektrolytgehalt, der Stickstoffgehalt und der Gehalt an salzsäurelöslichem Phosphor, an Kali und Kalk bestimmt wurden. Die Resultate, Mittelwerte in kg für die 20 cm dicke, oberste Bodenschicht, gehen aus den Zahlen der Tabelle 1 auf Seite 266 hervor.

Eine Korrelation mit der Typengüte ist also besonders in betreff des Stickstoff- und Kaligehaltes zu konstatieren. Noch beleuchtender sind aber die von *Ilvessalo* (1923) für die Analysenresultate von *Valmari* berechneten Korrelationskoeffizienten zwischen dem normalen Zuwachs der Waldbestände und den Eigenschaften des Bodens. (Siehe Tabelle 2 auf Seite 267.)

Besonders die Faktoren Stickstoff- und Kalkgehalt zeigen also eine deutliche Korrelation und die Ergiebigkeit, resp. Produktionsfähigkeit der Waldtypen scheint nach diesen Untersuchungen vor allem durch diese zwei Faktoren beeinflusst zu werden.

In biologischer Hinsicht sind die Untersuchungen von *Aaltonen* besonders interessant. Im Jahre 1925 hatte er die Wasserstoffionenkonzentration von etwa 800 Humusproben untersucht und folgende pH-Zahlen

als Mittelwerte für die Südhälfte Finnlands erhalten. (Siehe Tabelle 3 auf Seite 267.)

Die pH-Werte sinken also charakteristisch mit der Typengüte, und wenn man die große Bedeutung des Bodens für die biologischen Prozesse berücksichtigt, wird man manche Erscheinungen im Boden auf dieser Grundlage erklären können. Hierauf werde ich weiter unten noch näher eingehen.

Später hat *Aaltonen* (1926) auch die Mengen des mobilisierten Stickstoffs, also des Ammoniak- und Nitratstickstoffs in den Böden von verschiedenen Waldtypen ermittelt. Den Gesamtstickstoff des Humus der verschiedenen Waldtypen nach *Aaltonen* enthält die Tabelle 4 auf Seite 268.

Der Ammoniak- und Nitratstickstoff wurden gleich nach der Entnahme der Bodenproben und nach zweimonatiger Aufbewahrung bestimmt. Den Anteil des mobilisierten Stickstoffs am Gesamtstickstoff enthält Tabelle 5 auf Seite 268.

In derselben Untersuchung hat *Aaltonen* auch den Glühverlust in der Humusschicht und im Mineralboden von verschiedenen Waldtypen bestimmt und dabei die in der Tabelle 6 auf Seite 268 dargestellten Resultate erhalten.

Eine nähere Besprechung der beiden letztgenannten Untersuchungsergebnisse (mobilisierter Stickstoff und Glühverlust) werde ich später noch geben.

Wie aus dem obigen hervorgeht, sind also die finnischen Waldtypen durch eine ganze Reihe Untersuchungen charakterisiert und bestätigt worden. Die zuletzt erwähnten Untersuchungen von *Aaltonen* lassen auch ahnen, daß am Boden der verschiedenen Typen im großen und ganzen recht verschiedene biologische Prozesse stattfinden, die wohl durch mikrobiologische Unterschiede hervorgerufen werden.

In den Tabellen 7 und 8 auf Seite 271 und 272 bringe ich nach *Stoklasa* einige Daten bezüglich der Anzahl der Bakterien und der Bodenatmung im Ackerboden und Waldboden und in verschiedenen Bodenarten.

Als ich in den Jahren 1934—35 in der Lage war, dank einem Stipendium des ungarischen Staates, in dem Institut von Professor *Fehér* (Botanisches Institut der k. ung. Joseph-Universität für die technischen und Wirtschaftswissenschaften, Sopron) zu arbeiten, beschloß ich die ersten Untersuchungen über die bodenmikrobiologischen Unterschiede der wichtigsten Waldtypen in Süd-Finnland durchzuführen. Da besonders aus den Arbeiten *Fehér's* der periodische Charakter der bodenbiologischen Vorgänge im Waldboden deutlich wird, habe ich auch diese besondere dynamische Seite der Frage beachtet, und darum die bakteriologischen Analysen in drei verschiedenen Jahreszeiten ausgeführt. Wegen der Kürze der Zeit und der recht umständlichen Transportverhältnisse war es jedoch vollkommen unmöglich, alle Vegetationsperioden zu verfolgen. Es ist also klar,

daß meine Forschungen nur einen allgemeinen und orientierenden Charakter haben mußten. Nur die auffallend schönen und einheitlichen Resultate haben mich veranlaßt, an die Öffentlichkeit zu treten. Daß ein weiterer Ausbau und eine Vertiefung der diesbezüglichen Forschungen von großer Bedeutung ist, möchte ich schon jetzt ganz ausdrücklich betonen.

Untersuchungsmethodik.

Ich möchte hier die Einzelheiten der Untersuchungsmethodik nicht näher besprechen, da dieselben in der Literatur bereits ausführlich dargestellt sind.

Ich habe in meiner Untersuchung folgende Faktoren bestimmt:

1. Den Gesamtbakteriengehalt des Bodens, getrennt nach aeroben und anaeroben Bakterien. Die Zahl der aeroben Bakterien wurde mit der Plattenmethode ermittelt, wobei die Resultate der Gelatine- und Bodenextrakt-agarplatten zusammengezählt wurden. Die Kultur der anaeroben Bakterien erfolgte in den bekannten Burri-Röhren in Zuckeragar.
2. Die physiologischen Bakteriengruppen: die nitrifizierenden, denitrifizierenden, zellulosezersetzenden und stickstoffbindenden Bakterien mit der Verdünnungsmethode. Bei den zellulosezersetzenden und stickstoffbindenden Bakterien sind die aeroben und anaeroben getrennt bestimmt worden.
3. Die Zahl der mikroskopischen Pilze.
4. Den Humusgehalt nach dem Kaliumbichromatverfahren.
5. Den Wassergehalt.
6. Die Bodenazidität elektrometrisch mit einer Apparatur von *Fehér*.
7. Den Kalkgehalt mit dem Kalzimeter von *Passon*.
8. Den Gesamtstickstoff- und Nitratstickstoffgehalt.
9. Die Gesamthosphorsäure und die in 1%-iger Zitronensäure lösliche Phosphorsäuremenge.
10. Das salzsäurelösliche Kalium nach *van Bemmelen-Hissink* und das in 1%-iger Zitronensäure lösliche Kalium.
11. Die Bodenatmung. (Im Laboratorium.)

Entnahme der Bodenproben.

Bei einer derartig langwierigen Untersuchung, wie es die Bestimmung der Mikrobenzahlen und die Reinzüchtung der vorgekommenen Arten ist, muß man sich mit Resultaten von relativ wenigen Proben begnügen. Ich hatte mich daher für Durchschnittsproben entschieden. Die Entnahme der Bodenproben in Finnland erfolgte nach der üblichen, von *Fehér* (1933 c. S. 5) beschriebenen Weise. Die Proben wurden aus der Mineralerde in der Tiefe der wirksamsten Bakterientätigkeit, d. h. zwischen

5–20 cm entnommen. Auf den einzelnen Probeflächen wurden kleine Bodenmengen von etwa 10 Stellen gesammelt, gut durchgemischt und aus der so bereiteten Mischung Durchschnittsproben genommen. Diese wurden sofort in sterile Gläser gepackt und als Postpaket nach Sopron, Ungarn, ins Laboratorium geschickt.

Die Untersuchung erfolgte nach 6–7 Tagen. Wie bekannt, verändern sich die biologischen Eigenschaften der Bodenproben während der Aufbewahrung schon nach einigen Tagen recht stark, besonders bezüglich der Gesamtzahl der Mikrobenbevölkerung und des Verhältnisses zwischen den aeroben und anaeroben Bakterien. Eine sofortige Bearbeitung der Bodenproben ist also dringend notwendig.

Bei dieser Untersuchung, welche hauptsächlich die mikrobiologischen Unterschiede einiger auf gleicher Weise entnommenen und aufbewahrten Bodenproben behandelt, konnte man voraussetzen, daß diese Unterschiede sich nicht in einigen Tagen wesentlich verändert hätten. Wenn auch gewisse Veränderungen schon eingetreten waren, konnten doch nach meiner Ansicht die gewonnenen Resultate von zugeschickten Bodenproben für die erste orientierende Untersuchung über die bodenbiologischen Unterschiede der wichtigsten Waldtypen benützt werden.

Beschreibung der Versuchsflächen.

Die biologischen Bodenuntersuchungen, wie überhaupt bei eingehenden Bodenanalysen, wo man sich wegen der langwierigen Untersuchungsmethodik mit Resultaten von relativ wenigen Analysen begnügen muß, ist es selbstverständlich außerordentlich wichtig, daß die Versuchsflächen sorgfältig und von möglichst typischen Stellen ausgewählt werden. Für die Verkürzung des Transportes wurden die Probeflächen in dem Versuchsrevier der forstlichen Forschungsanstalt Ruotsinkylä in Süd-Finnland in der Nähe von Helsinki genommen. Die Probeflächen wurden vom Verfasser als möglichst typische Vertreter der verschiedenen Waldtypen in diesem Revier ausgesucht. Die ersten Bodenproben wurden vom Verfasser im September entnommen, die Winterproben hat dann ein Gehilfe genau an denselben Stellen und nach der gleichen Methode entnommen.

Die untersuchten Versuchsflächen sind die Folgenden:

1. *Oxalis-Majanthemumtyp* (OMaT). Frischer, mullreicher Moränenlehm Boden. Fichten-Birken-Mischwald, 80 Jahre. Bestandesschluß 0'8.
2. *Oxalis-Myrtillustyp* (OMT). Frischer Moränenlehm Boden. Dichter Fichtenwald, 100 Jahre. Bestandesschluß 1'0.
3. *Myrtillustyp* (MT). Frischer Sandboden. Fichtenwald 100 Jahre. Bestandesschluß 0'8.
4. *Vacciniumtyp* (VT). Sandboden. Kiefernwald mit Unterwuchs von Fichten, 80 Jahre. Bestandesschluß 0'7.

5. *Callunatyp (CT)*. Trockener Sandboden. Kiefernwald, 80 Jahre. Bestandesschluß 0'5—0'6. (Dieser Waldtyp war nicht in dem Versuchsbereich charakteristisch vertreten und wurde daher nur auf die Gesamtzahl der Mikroorganismen und nur im September untersucht.)

Besprechung der Untersuchungsergebnisse.

1. Das ökologische Verhalten der Bodenbakterien und Bodenpilze in den verschiedenen Waldtypen.

Ich habe schon vorher betont, daß es mir vollkommen unmöglich war, alle Vegetationsperioden methodisch zu erfassen. Um jedoch die Periodizität des Mikrobenlebens einigermaßen untersuchen zu können, habe ich die Untersuchungen nach Maßgabe der Möglichkeit zu drei verschiedenen Zeitpunkten vorgenommen. Die Resultate habe ich in Abb. 1 und in Tabelle 9 zusammengestellt. (Auf Seite 280—282.)

Diese Daten zeigen uns zunächst, daß das quantitative Verhalten der Bodenbakterien durch die Jahreszeiten stark beeinflusst wird. Das Gleiche gilt auch für das Verhältnis der nitrifizierenden zu den denitrifizierenden Bakterien. Die Bakterienzahl erreicht ihren niedrigsten Stand unseren klimatischen Verhältnisse entsprechend im März. Die Anzahl der nitrifizierenden und denitrifizierenden Bakterien, resp. das Verhältnis N/DN ist jedoch gerade in diesem Monate am günstigsten. Die Ursachen, die diese Erscheinung hervorrufen, sind noch nicht aufgeklärt.

Die Anzahl der mikroskopischen Pilze zeigt keine so deutlichen jahreszeitlichen Unterschiede, wie die der Bakterien. Es sei hier hervorgehoben, daß die quantitative Untersuchung der Pilzflora mittels des Plattenverfahrens nicht als völlig exakt bezeichnet werden kann. Bei der mechanischen Vorbereitung der Bodenproben werden die Myzelien größtenteils zerstört und da sich aus den Bruchstücken dieser Myzelien auf den Platten Kolonien entwickeln, beeinflusst auch dieser Umstand die Resultate. Mangels einer besseren Methode, kann man aber doch mit der Plattenmethode einen gewissen Einblick in die quantitativen Verhältnisse des Vorkommens der Bodenpilze gewinnen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß die Zahl der mikroskopischen Pilze auf allen Versuchsflächen im Januar etwas größer ist. Die Versuchsflächen 3 und 4 zeigen ein deutliches Minimum im März.

Ganz klar geben aber meine Forschungen zu erkennen, daß zwischen den Waldtypen ganz deutliche und auch jahreszeitlich nicht beeinflusste Unterschiede bestehen, die in Abbildung 1 deutlich zum Ausdruck kommen. Die Gesamtzahl der Bakterien und Pilze verläuft mit der Waldtypengüte vollkommen. Man kann also mit vollem Fug und Recht auf Grund dieser Untersuchung feststellen, daß die einzelnen Waldtypen durch verschiedene bodenbiologische Charaktereigenschaften und durch recht

verschiedenen Mikrobengehalt scharf und deutlich unterschieden werden können.

Was jetzt die Einzelheiten anbelangt, möchte ich zunächst darauf hinweisen, daß der verhältnismäßige Anteil der anaeroben Bakterien im Winter viel höher ist, als am Ende der Vegetationsperiode. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte darin zu suchen sein, daß in den niederschlagsreicheren Wintermonaten und auch infolge der Kälte im Boden Bedingungen herrschen, welche die Anaeroben begünstigen.

Das Verhältnis der aeroben Bakterien zu den anaeroben ist im allgemeinen in den schlechteren Typen etwas ungünstiger. Das Bild ist aber nicht ganz klar, weil dieses Verhalten auch durch die Luftkapazität beeinflusst wird und vergleichsweise günstige Entwicklung zeigt.

Betreffs der physiologischen Bakteriengruppen möchte ich gleich betonen, daß die bisherigen Untersuchungsergebnisse noch nicht gestatten, in Anbetracht der hier vorliegenden komplexen und komplizierten Erscheinungsformen und der relativ unvollkommenen Untersuchungsmethodik ein endgültiges und abschließendes Urteil auszusprechen. Man kann im großen und ganzen bei den aeroben und anaeroben Zellulosezersetzern gewisse Unterschiede zwischen den einzelnen Waldtypen feststellen, die Zahl derselben ist in den zwei besseren größer als in den schlechteren. Das Gleiche gilt auch für die aeroben und anaeroben stickstoffbindenden Bakterien. Besonders wichtig ist ja das Verhalten dieser Bakterien, also der Gruppe der Genera *Azotobacter* und *Clostridium*. Allein über das *Azotobacter* gibt es schon eine ganze Menge Literatur. Meines Wissens ist es früher nicht aus finnischen Waldböden (außer *Fehér* 1933 c) gezüchtet worden, und sein häufiges Vorkommen auf allen untersuchten Probestellen und überhaupt in unseren nördlichen und sauren Waldböden ist daher ein interessanter wissenschaftlicher Befund. Außer dem gewöhnlichen *Azotobacter chroococcum*, das reingezüchtet wurde, wurde auch eine andere Art, *A. agile*, mikroskopisch beobachtet.

Der anaerobe Stickstoffbinder, *Clostridium Pastorianum*, wurde auch in allen Probestellen beobachtet und die Art durch Reinkulturen festgestellt.

Gerade auch auf diesem Gebiete ist eine weitere Vertiefung der Forschungen außerordentlich wichtig, weil man durch die Aufklärung der Tätigkeit dieser Mikroorganismen und durch ihre Beeinflussung den Stickstoffkreislauf der Waldböden verbessern kann.

Besonders interessant ist das Verhalten der nitrifizierenden und denitrifizierenden Bakterien in den untersuchten Bodenproben. Wie schon u. a. *Fehér* (1933) nachgewiesen hat, ist die Zahl der denitrifizierenden Bakterien im Waldboden im allgemeinen viel größer als die Anzahl der nitrifizierenden. Die in der Tabelle und in der graphischen Darstellung

erwähnte Verhältniszahl N/DN bedeutet also dasselbe Verhältnis mit 100 multipliziert. Charakteristisch ist nun für dieses Verhältnis, daß es mit der Standortsbontät vollkommen parallel verläuft. Diese Parallelität gilt für die drei untersuchten Jahreszeiten und ist besonders scharf im März, wo dieses Verhältnis, wie schon erwähnt, am günstigsten ist. Das charakteristische Vorkommen des Verhältnisses N/DN wird ja dadurch hervorgerufen, daß die denitrifizierenden Bakterien in den meisten Fällen in der größten Anzahl in den schlechtesten Waldtypen erscheinen.

Von Interesse ist es, meine Resultate mit den schon erwähnten bodenchemischen Untersuchungen von *Aaltonen* zu vergleichen. Wie bemerkt, wurden der Ammoniakstickstoff und der Nitratstickstoff gleich nach der Entnahme der Bodenprobe und nach zweimonatiger Aufbewahrung bestimmt. Wie wir sehen, hat sich der Anteil des mobilisierten Stickstoffs während der Aufbewahrung vermehrt, und zwar umsomehr, je ergiebiger der Waldtyp ist. Hier ist also die Tätigkeit der nitrifizierenden Bakterien überwiegend gewesen.

In mehreren Bodenproben beobachtete aber *Aaltonen*, daß sich der mobilisierte Stickstoff im Gegenteil vermindert und dies geschah in umsomehr Proben und in umso höherem Grade, je schlechter der Waldtyp war. Hier liegt also deutlich eine Tätigkeit der denitrifizierenden Bakterien vor. Die früheren Untersuchungen von *Aaltonen* bekräftigen also meine Resultate, daß die Zahl, resp. die Tätigkeit der denitrifizierenden Bakterien in den Böden der schlechteren Typen größer ist.

2. Kohlensäureproduktion.

Die Kohlensäureproduktion des Bodens stellt bekanntlich einen guten Indikator für die Beurteilung des mikrobiologischen Zustandes des Bodens dar, da diese Erscheinung, abgesehen von den ökologischen Faktoren, also von dem Wasser, dem Licht und dem Wärmefaktor, hauptsächlich durch die Tätigkeit der Bakterien und Pilze hervorgerufen und beeinflusst wird. Gerade für den Waldbau ist die Beurteilung dieser Erscheinung besonders wichtig. Eine gute Bodenatmung ist nämlich immer ein Zeichen für die gute Durchlüftung und für den guten Lufthaushalt des Bodens überhaupt. Nur dadurch können die aeroben Mikroorganismen in ihrer Tätigkeit gefördert werden und nur dadurch kann eine gesunde Verarbeitung der Humusaufgabe stattfinden, welche schließlich der ungesunden Versäuerung und der Bildung von schädlichen Rohhumusschichten entgegenarbeitet.

Ich habe vorläufig nur Laboratoriumsuntersuchungen mit der von *Fehér* (1933 c) abgebildeten und beschriebenen Apparatur ausgeführt. Die absoluten Werte können selbstverständlich nicht maßgebend für die natürlichen Verhältnisse sein. In dem Laboratoriumsversuch wird nämlich der Boden in seiner natürlichen Lagerung gestört, Luft- und Wasserhaushalt

werden einseitig influert und das harmonische Zusammenwirken der Mikroorganismen durch künstliche Einflüsse gestört. Für die Gewinnung guter Vergleichswerte kann aber doch die Bodenatmungsmessung im Laboratorium benutzt werden.

Die Resultate der Versuche, die nur im März ausgeführt wurden, veranschauliche ich in Abbildung 2 auf Seite 285.

Aus der graphischen Darstellung wird ersichtlich, daß zwischen den einzelnen Waldtypen ganz deutliche Unterschiede existieren. Die günstigste Bodenatmung ist bei dem besten und die ungünstigste bei dem schlechtesten von den untersuchten Waldtypen zu finden. Die Resultate beweisen, daß die Bodenatmung von dem gesamten Mikrobengehalt abhängig ist, da die höchste Bodenatmung bei der höchsten Bakterienzahl und bei dem größten Wassergehalt der untersuchten Bodenproben konstatiert wurde. Die Darstellung zeigt eine schöne und deutliche Parallele zwischen dem Wassergehalt und dem Mikrobengehalt der einzelnen Bodenproben und zwischen ihrer Antmungs-, bzw. Zersetzungstätigkeit.

Die Bodenatmungsmessung im Laboratorium hat sich gut bewährt als Kontrollmethode der mit den Bakterienzählungen gewonnenen Resultate.

3. Die chemisch-physikalischen Untersuchungsergebnisse.

Ich habe in der Einleitung schon erwähnt, daß die Untersuchungen von *Valmari* (1921), *Ilvessalo* (1923) und *Aaltonen* (1926) mehrere chemisch-physikalische Eigenschaften und deren Bedeutung in den verschiedenen Waldtypen erfolgreich aufgeklärt haben. Aus diesem Grunde habe ich diesen Teil meiner Untersuchung nur zur Unterstützung meiner biologischen Forschungen durchgeführt.

Die Resultate sind in Tabelle 10 auf Seite 286 zusammengestellt.

In Abbildung 3 habe ich neben dem Humusgehalt das Vorkommen der leichtlöslichen, also der von den Pflanzenwurzeln aufnehmbaren wichtigsten anorganischen Nährstoffaktoren neben dem quantitativen Verhalten der Mikrowelt dargestellt. (Siehe Abb. 3 auf Seite 287.)

Was zuerst die in 1%-iger Zitronensäure löslichen Phosphor- (Pc) und Kali- (Kc) Mengen betrifft, kommt ja den Daten dieser wenigen Analysen keine ausschlaggebende Bedeutung zu. Auffallend ist aber der geringe Pc-Gehalt überhaupt im Norden, wenn man die Resultate mit den Zahlen von *Fehér* (1933 d, 1934 d, e) für Mittel- und Nord-Europa vergleichend betrachtet. Diese Erscheinung wird man teilweise durch die in Norden verhältnismäßig wenig intensive Mikrobentätigkeit erklären können. Die Resultate zeigen keine Parallelität mit der Typengüte. Wie schon erwähnt, hat ja auch *Ilvessalo* (1923) zwischen dem Phosphorgehalt des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes der

verschiedenen Waldtypen keine Korrelation festgestellt. Auch der Kc-Gehalt verhält sich nicht korrelativ mit der Typengüte, sondern ist, wie auch der Pc-Gehalt in den schlechtesten Typen etwas größer. Eine Erklärung des Verhaltens dieser beiden Wachstumsfaktoren ist natürlich durch diese wenigen Analysen nicht möglich, dazu sind umfangreiche Untersuchungen notwendig. Man darf auch nicht vergessen, daß die Auswaschung der Pc- und Kc-Vorräte in die unteren Bodenschichten ebenfalls noch recht ungenügend aufgeklärt ist. Dieser Umstand dürfte aber dynamisch eine sehr wichtige Rolle spielen.

Der Nitratstickstoff-(NN)Faktor, der ausgesprochen biologischer Natur ist, ist sehr charakteristisch für die einzelnen Versuchsflächen und zeigt eine Parallelität mit der Typengüte. Die Resultate finden eine Bestätigung in den schon erwähnten Untersuchungen von *Aaltonen* über die Unterschiede des mobilisierten Stickstoffs. Diese Erscheinung erhält also eine Erklärung durch den besseren Stickstoffhaushalt der besseren Böden.

Das Vorkommen des vierten, in Abb. 3 dargestellten Faktors, des Humusgehaltes (H), ist auch sehr beleuchtend. Der Humusgehalt wurde mit der von *Fehér* (1933 c) auf S. 30 beschriebenen Apparatur bestimmt. Es fällt ja sofort auf, daß im Boden des besten und des gleichzeitig auch in quantitativ besten mikrobiologischen Zustand befindlichen Waldtyps der größte und auf der Gegenseite der kleinste Humusgehalt nachzuweisen ist. Diese Erscheinung ist leicht zu verstehen, weil es klar ist, daß in den besseren Böden der guten Waldtypen infolge der intensiven Mikrobentätigkeit von der Streudecke verhältnismäßig mehr zersetzt wird und entsprechend die darunter liegenden Bodenschichten mehr mit Humusstoffen gesättigt werden.

Zu demselben Resultat kam auch *Aaltonen* in seiner schon erwähnten Arbeit. Der Glühverlust war, wie wir aus seinen Daten sehen, in der Humusschicht auf den besseren Waldtypen kleiner, als auf den schlechteren Typen, dort war also die Zersetzung intensiver gewesen. Gleichzeitig war der Glühverlust im Mineralboden der besseren Waldtypen größer, als bei den schlechteren Typen, dort war also der Mineralboden infolge intensiverer Zersetzung der Streudecke mehr mit Humusstoffen gesättigt worden. Meine quantitativen bakteriologischen Analysen, die deutliche Unterschiede des Mikrobengehaltes und der Mikrobentätigkeit im Boden der verschiedenen Waldtypen zeigen, finden also schon in früheren Bodenuntersuchungen eine Bestätigung.

Über die anderen Faktoren, noch ein paar Worte. Die mehrfach erwähnten Untersuchungen von *Aaltonen* (1925) zeigen, daß die Böden der verschiedenen Waldtypen auch recht scharfe Unterschiede bezüglich der mittleren pH-Zahlen aufweisen. Meine wenigen Analysen sind in dieser Hinsicht nicht besonders charakteristisch, wahrscheinlich hat der Transport

auch eine störende Wirkung ausgeübt. Aus den Resultaten ist aber zu entnehmen, daß der quantitative, bakteriologische Zustand jedenfalls nicht immer bedeutend von den gemessenen pH-Werten bedingt wird. Überhaupt bin ich der Ansicht, daß auch dieser Umstand, bei künftigen bodenbiologischen Untersuchungen besondere Aufmerksamkeit fordert.

Eine dominierende Wirkung scheint der Wassergehalt zu haben, wie schon die Untersuchungen von *Fehér* zeigen. Besonders die zwei extremen Waldtypen unterscheiden sich in dieser Hinsicht scharf voneinander. Der differierende Mikrobengehalt der verschiedenen Bodenproben wird also neben den zwei wichtigen Faktoren, Stickstoff- und Humusgehalt, hauptsächlich von den Veränderungen des Wassergehaltes hervorgerufen.

Der Gesamtstickstoff variiert ebenfalls weitgehend parallel mit der Güte der Waldtypen. Es zeigen ja schon die Untersuchungen von *Aaltonen* und *Valmari*, daß die Güte der einzelnen Waldtypen vor allem durch den Stickstoffgehalt und den Stickstoffhaushalt beeinflußt und charakterisiert wird. Da die quantitative Menge des Gesamtstickstoffs durch die Stickstoffbindung aus der Luft und durch die übrigen mikrobiologischen Zersetzungs- und Abbauvorgänge primär beeinflußt wird, dürfte also die Regelung des Stickstoffhaushalts unserer Waldböden bei unseren künftigen waldbaulichen Maßnahmen von außerordentlicher Bedeutung sein. Es ist hier noch besonders zu bemerken, daß der Gesamtstickstoff nicht immer eine ausschlaggebende Rolle spielt, da ein großer Teil davon in schwer löslicher Form im Boden enthalten ist.

Was schließlich die salzsäurelöslichen Kali- und Gesamtposphormengen anbelangt, sind ja diese wenigen Analysen nicht von ausschlaggebenden Belang. Es ist hier nur zu bemerken, daß die Gesamtposphormengen nach *Fehér* (1933 d, 1934 d, e) überhaupt in nördlichen Böden sehr groß sind. Besonders auffallend ist der große Phosphorgehalt in dem schlechtesten Waldtyp.

Über den Kalkgehalt der untersuchten Bodenproben wurde mit der angewandten Methode nur festgestellt, daß er unter 01% lag und daß die Böden also sehr kalkarm waren. Wie schon die oft erwähnten Untersuchungen von *Valmari* zeigen, spielt der CaO-Gehalt des Bodens eine große Rolle bei den verschiedenen Waldtypen. Die Kalkfrage ist natürlich von großer Bedeutung für unsere finnische Forstwirtschaft. In Zukunft muß auch auf dieses Problem besonderes Augenmerk gerichtet werden.

4. Systematische Zusammenstellung der aus den Bodenproben reingezüchteten Mikrobenarten.

a) Die Bakterien.

Die systematische Bestimmung der gesamten im Boden vorkommenden

Bakterienarten kann selbstverständlich nur durch eingehende, vieljährige Untersuchungen durchgeführt werden. Es haben bereits die umfangreichen Untersuchungen von *Fehér* (1933 c) gezeigt, daß die meisten Bakterien ausgesprochen kosmopolitisch sind und daß bezüglich der Bakterienflora zwischen verschiedenen Waldböden kein deutlicher Unterschied nachzuweisen ist.

Ich habe schon oben erwähnt, daß man mit der Plattenmethode nur einen Teil der im Boden vorkommenden Bakterien erfassen kann. Dies sind erstens viele Vertreter der physiologischen, also der nitrifizierenden, denitrifizierenden, stickstoffbindenden, harnstoffvergärenden, pektinzersetzenden, buttersäurebildenden u. a. Bakteriengruppen, welche nur mit speziellen Differentialnährböden oder durch Anhäufungskulturen gezüchtet werden können. Besonders gilt dies für die zellulosezersetzenden Bakterien, die oft schwer zertrennbare Begleitbakterien haben, deren Isolierung und Bestimmung also langwierige Arbeiten erheischt. Es sind thermophile Bakterien, die wieder spezielle Methoden fordern, weiters methanzersetzende, wasserstoffoxydierende, Schwefelbakterien, Eisenbakterien usw., von welchen man noch relativ wenig weiß, die aber alle eigene Funktion in Boden haben.

Mit den bisher angewendeten Methoden ist es unmöglich gewesen, ein abschließendes Urteil über die relative, resp. prozentuale Anzahl der sämtlichen verschiedenen Mikroorganismenarten auszusprechen. In den gewöhnlich herangezogenen Bestimmungsbüchern *Lehmann* und *Neumann* (1927), *Bergey* (1934) werden schon eine ganze Menge Bakterien und deren Tätigkeit im Boden beschrieben, es gibt aber auch sehr zahlreiche solche, von deren Bedeutung und Tätigkeit noch wenig bekannt ist. Außerdem werden noch immer durch weitere Untersuchungen neue Arten (n. sp.) festgestellt und näher charakterisiert. Schon die genauere Kennzeichnung und die Klärung der Ernährungsphysiologie einer solchen neuen Art geben Anlaß zu wissenschaftlich wertvollen, umfangreichen Untersuchungen. Es ist hier auch noch zu erwähnen, daß die Isolierung und Züchtung der anaeroben Bakterien oft mit ziemlichen Schwierigkeiten verbunden ist.

In den meisten bisher erschienenen Arbeiten ist also immer nur ein kleiner Teil der gesamten Mikrobenflora erfaßt worden. Unsere Kenntnis über einige Bakteriengruppen im Boden wurde erheblich erweitert durch Arbeiten z. B. von *Meyer* und seinen Mitarbeitern *Ford* und *Lawrence* (1916), die gewisse relative Zahlen für die sporenbildenden und nicht sporenbildenden Bakterien, die sich auf der gewöhnlichen Gelatineplatte entwickeln, festgestellt haben. *Hiltner* und *Störmer* (1903) fanden, daß 20—30%, *Waksman* (1930), daß sogar 40—60% von allen Kolonien, die auf den üblichen Agar- und Gelatineplatten zur Entwicklung kommen, aus Ac-

tinomyceten bestehen. Die Kenntnis dieser Gruppe von Mikroorganismen ist noch unzulänglich, sie werden von den Bakteriologen zu den Bakterien und von den Botanikern zu den Pilzen gerechnet. Die hohe Zahl besagt aber, daß auch diese Organismen bei den Vorgängen im Boden an erster Stelle stehen.

Neuerdings haben die Untersuchungen von *Fehér* (1933 c) auch die jahreszeitlichen Änderungen der Artzusammenstellung einigermaßen aufgeklärt. Das Maximum der Gesamtbakterienzahl im Sommer wird nach ihm vorwiegend durch die Vermehrung von sporenbildenden Bakterien hervorgerufen. In den übrigen Jahreszeiten wird dann der Anteil der nicht sporenbildenden Bakterien beträchtlicher.

Die in der vorliegenden Untersuchung reingezüchteten Bakterienarten habe ich in der Tabelle 11 zusammengestellt. Die Tabelle enthält die aus den Agarplatten, sowie einige aus den Burry-Röhren isolierte und bestimmte Arten. Von den physiologischen Bakterien habe ich vorläufig nur die stickstoffbindenden *Azotobacter chroococcum* und *Clostridium Pastorianum* differenziert und bestimmt. Zwei nitrifizierenden Bakterien, *Nitrosomonas europaeus* und *Nitrobacter Winogradskii*, wurden schon früher von *Fehér* auch in finnischen Böden beobachtet. Die denitrifizierenden Bakterien braucht man nicht besonders zu isolieren, da die meisten Arten derselben auch in den übrigen Kulturen reingezüchtet und bestimmt werden können. Zellulosezersetzende Bakterien habe ich vorläufig noch nicht isoliert, es wurde nur in allen Bodenproben, sowohl aerobe wie anaerobe Zersetzung konstatiert.

Als Grundlage der Artbestimmung habe ich das System von *Bergey* befolgt. Es hätte noch keinen Zweck, auf diese wenigen Analysen hin das quantitative Vorkommen der aus den Agarplatten reingezüchteten verschiedenen Bakterienarten in sogenannten „Verhältniszahlen“ auszudrücken. Es ist hier zu bemerken, daß solche Zahlen, doch in keiner Hinsicht für die Verhältnisse im Boden maßgebend wären, bevor man eine Methode ausarbeitet, wodurch man sämtliche Mikroorganismen auf einmal erfassen und bestimmen kann.

Es wurden also insgesamt 61 Arten reingezüchtet. Diese verhielten sich auf den verschiedenen Versuchsflächen wie folgt: OMaT 28 Arten, OMT 22 Arten, MT 24 Arten, VT 25 Arten. In der Artenzahl kann man somit durch diese orientierende Untersuchung noch keine deutlichen Unterschiede feststellen. Aus den Bodenproben im September wurden 27 Arten, dagegen 64 Arten im Januar bestimmt. Die Artenzahl war also im Winter viel größer.

Über das Verhalten der verschiedenen Genera in den einzelnen Waldtypen habe ich eine Zusammenstellung in Tabelle 12 gemacht. In dieser

Tabelle ist das prozentuale Vorkommen aller von den Agarplatten reingezüchteten Arten berechnet.

Wir sehen aus dieser Zusammenstellung, daß das prozentuale Vorkommen der sporenbildenden Bakterien auf den drei besseren Waldtypen keine großen Unterschiede aufweist. In dem vierten Waldtyp verhält sich aber die Artzusammensetzung ganz anders, und zwar so, daß der Anteil dieser Bakterien viel kleiner, resp. der Anteil der nicht sporenbildenden viel größer ist. Gleichfalls kamen in den zwei schlechteren Waldtypen viel weniger Actinomyceten vor, als in den zwei besseren.

Man darf hier selbstverständlich nicht den orientierenden Charakter dieser Untersuchung vergessen, die Resultate müssen noch durch weitere umfangreiche Forschungen bestätigt und weitergeführt werden. Die bisherigen Resultate deuten aber darauf hin, daß im großen und ganzen gewisse Unterschiede auch in der Artzusammensetzung der Bodenbakterien verschiedener Böden existieren. Mit anderen Worten: genau wie die oberirdischen Pflanzenassoziationen der Waldböden ihre Artzusammensetzung ändern, ändert auch die unterirdische Bakterienflora nach ihren eigenen Gesetzen ebenfalls ihre prozentuale Artzusammensetzung.

b) Die Pilze.

Wenn wir von den makroskopischen, darunter auch von den Mykorrhizapilzen absehen, bleibt im Boden noch immer eine große Anzahl von mikroskopischen Pilzen verschiedener Arten.

Die in der vorliegenden Untersuchung bestimmten Pilzarten enthält die Tabelle 13. Bei der Bestimmung der Arten wurde das Bestimmungsbuch von *Lindau* (1922) benutzt. In zweifelhaften Fällen wurde außerdem die „Kryptohgamenflora“ von *Rabenhorst* (1887—1910) zu Rate gezogen. Für manche Arten, die keine Fruchtkörper auf der Plattenkultur entwickelten, wurde auch die Reinzüchtung durchgeführt. Eine häufige, zu den Phycomyceten gehörenden Art, in der Tabelle „unbekannte weiße Art“ genannt, konnte vorläufig auch nicht von *Prof. J. Westerdijk*, Holland, bestimmt werden.

Wie wir aus der Zusammenstellung sehen, wurden also aus den Bodenproben insgesamt 60 verschiedene Arten bestimmt. Da die Bestimmung der meisten Pilzarten schon direkt aus der Plattenkultur möglich war und man also langwierige Reinzüchtungen und mannigfache Differentialnährböden vermeiden konnte, habe ich die systematische Bestimmung der Pilze auch im März durchführen können, was bei den Bakterien wegen der Kürze der Zeit nicht möglich war.

Die Zahl der in den drei Jahreszeiten bestimmten Arten verhielt sich folgendermaßen: Im September 22, im Januar 74 und im März 35 Arten. Es ist also auffallend, daß die Zahl der festgestellten Arten im Winter mehr Pilze in Sporenform enthalten, wodurch mit der Plattenmethode mehr

Arten zum Vorschein kommen. Noch interessanter sind aber die Resultate, wenn man die Zahl der verschiedenen vorgekommenen Arten auf den einzelnen Versuchsflächen vergleicht. Diese Zahlen sind folgende: OMaT 32, OMT 32, MT 20 und VT 24 Arten. Diese Resultate deuten darauf hin, daß die Artenzahl der mikroskopischen Pilze — wie auch die Gesamtzahl derselben — auf den besseren Waldtypen viel größer als auf den schlechteren ist.

Aus Tabelle 13 kann man noch nicht feststellen, welche Arten für die einzelnen Waldtypen charakteristisch sind. Hier werden wahrscheinlich erst spätere Untersuchungen die näheren Einzelheiten aufklären. Um jedoch auch diesen Teil der Untersuchung einigermaßen behandeln zu können, habe ich für alle angetroffenen Pilzgenera das prozentuale Vorkommen berechnet. Diese Zahl wurde so gebildet, daß bei der Untersuchung immer sämtliche Pilzkolonien auf den Platten bestimmt und daraus das prozentuale Vorkommen der verschiedenen Arten auf den einzelnen Versuchsflächen ermittelt wurde. Aus diesen Zahlen habe ich schließlich einen prozentualen Mittelwert für die einzelnen Genera berechnet. Diese Zahlen enthält die Tabelle 14 auf Seite 298.

In dieser Tabelle ist erstens auffallend die große Zahl für die Gattung *Mucor* in den besten Waldtyp — 33% von allen untersuchten Kolonien. Auch die Anzahl der *Trichoderma*-Arten ist in demselben Typ überraschend groß. Außerdem sehen wir, daß es manche Gattungen gibt, die nur oder jedenfalls bedeutend mehr in den zwei besseren Waldtypen vortreten sind. Ich zähle diese Arten nochmals auf: *Mucor*, *Thamnidium*, *Mortierella*, *Saccharomyces*, *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Corethrospis*, *Gliocladium*, *Briarea*, *Haplaria*. Andererseits ist zu bemerken, daß es manche Gattungen gibt, die nur, oder jedenfalls häufiger in den zwei schlechteren Waldtypen vorkommen. Solche sind die folgenden: *Rhizopus*, *Monilia*, *Aspergillus*, *Citromyces*, *Rhinotrichum*, *Acrocylindrum*, *Torula*, *Trichosporium*, *Cladosporium*, *Coremium* und die vorläufig unbekannte Art. Über das Verhalten der übrigen Gattungen gewinnt man vorderhand durch diese erste Untersuchung kein klares Bild. Auch die bisherigen Resultate deuten aber darauf hin, daß im Boden der einzelnen Waldtypen gewisse Zusammenhänge innerhalb der mikroskopischen Pilzflora bestehen. Man könnte sich also denken, daß auch diese Flora auf verschiedenen Standorten gewisse Assoziationen bildet, von deren Zusammentreten die Aktivität des Bodens zum großen Teil abhängig ist.

5. Die Algen und Protozoen der untersuchten Bodenproben.

a) Die Algen.

Die meisten bodenbiologischen Forscher haben sich nur mit den Bakterien und Pilzen befaßt. Die biologische Rolle, die den Bodenlagen in den edaphischen Lebensorganen zukommt, ist uns also noch ziemlich unbekannt.

Die meisten Algen kommen in den obersten Bodenschichten vor, und als autotrophe Organismen versorgen sie durch ihre Assimilationstätigkeit wenigstens teilweise den Boden mit Sauerstoff. Das Vorkommen von Algen auch in tieferen Bodenschichten, fast stets bis zu 1 m Tiefe, wurde von *Esmarch* (1914), sowie von *Moore* und *Karrer* (1919) festgestellt. In der letzten Zeit haben *Fehér* und *Frank* (1936) Bodenalgae sogar noch in 2 m Tiefe angetroffen. Über die Tätigkeit der Algen in tieferen Bodenschichten liegen noch keine einwandfreie Untersuchungen vor; nach der Anschauung von *Waksman* (1930) sollen sie unter solchen Bedingungen heterotroph wachsen, wobei sie organische Verbindungen als Energiequelle benutzen würden.

Man kann auch die biologische Rolle der Algenflora des Bodens nicht außer acht lassen. Um eine endgültige Kenntnis über sämtliche biologische Vorgänge im Boden zu bekommen, muß man auch diesen Organismen größere Aufmerksamkeit widmen.

Um einen gewissen Einblick auch in das quantitative Vorkommen der Algen in den untersuchten Bodenproben zu gewinnen, habe ich diesbezügliche Analysen an den September- und Januarproben gemacht. Die Kultivierung erfolgte an der von *Fehér* (1933 c) S. 22 beschriebenen Methode und die Resultate habe ich in Tabelle 15 auf Seite 302 zusammengestellt. Da die Menge der Algen anscheinend auch von anderen Faktoren, als der Bodengüte abhängt, habe ich in dieser Tabelle eine kurze Beschreibung der Versuchsflächen gegeben.

Aus diesen Daten sehen wir erstens, daß die Zahlen für die zwei untersuchten Jahreszeiten fast die gleichen sind. Nur in der Bodenprobe Nr. 4 sehen wir eine Vermehrung im Winter. In den einzelnen Waldtypen nahmen die Algenzahlen nicht mit der Typengüte ab, wie es bei den Bakterien und Pilzen der Fall war, sondern wurden anscheinend aus anderen Ursachen beeinflusst. Wenn wir die Beschreibungen der Versuchsflächen miteinander vergleichen, finden wir, daß die kleinste Zahl unter dem dichtesten Bestand auf der Versuchsfläche Nr. 2 zu beobachten ist. Die Bestände der Versuchsflächen Nr. 3, 4 und 1 waren schon etwas lichter und zeigen dementsprechend größere Algenmengen. Die größte Algenzahl weist schließlich die Versuchsfläche Nr. 5 auf, deren Bestand sehr licht und lückig war.

Es ist klar, daß auch andere Faktoren, vor allem die Bodengüte,

welche die Nährstoffe der Algen liefert, keine unerhebliche Rolle spielen. Wahrscheinlich kann auch der leichte Sandboden der schlechteren Waldtypen für die Algen günstigere Bedingungen schaffen. Da aber diese Organismen überhaupt sehr vom Licht abhängig sind, scheint ihre Wirkung auch für die Algenmenge drinnen im Boden dominierend zu sein.

Die festgestellten Arten, die ich unter Leitung von Herrn Professor *Fehér* bestimmt habe, habe ich in Tabelle 16 auf Seite 304—305 zusammengestellt.

Wenn wir jetzt die Zahl der verschiedenen Algenarten auf den einzelnen Versuchsflächen vergleichend betrachten, erhalten wir folgende Zahlen: OMaT 26, OMT 18, MT 8, VT 6 und CT nur 5 Arten. Diese Zahlen zeigen also wieder eine schöne Parallelität mit der Typengüte. Mit anderen Worten: Die unterirdische Algenflora verhält sich zu der Standortgüte genau wie die oberirdische Bodenflora, indem die Zahl der verschiedenen Arten parallel mit der Ergiebigkeit des Standorts fällt. Die Resultate deuten also darauf hin, daß die einzelnen Waldtypen auch in Bezug auf die Häufigkeit der vorkommenden mikroskopischen Algenarten scharfe Unterschiede zeigen können. Zur Aufklärung der gesamten Algenflora des Waldbodens sind selbstverständlich noch eingehende Untersuchungen notwendig.

b) Die Protozoen.

Neben den Bakterien, Pilze und Algen kommen im Boden häufig auch Protozoen vor.

Besondere Aufmerksamkeit hat man aber den Bodenprotozoen erst nach dem Erscheinen der bekannten „Protozoentheorie“ von *Russel* und *Hutchinson* (1909) zugewandt. Diese Forscher haben auch einer ganzen Reihe von Versuchen festgestellt, daß die Protozoen auf die Entwicklung der im Boden nützlichen Bakterien störend einwirken. Z. B. die allbekannte Erscheinung der Bodenmüdigkeit haben sie durch das quantitative Überhandnehmen der Bodenprotozoen erklärt. Es ist klar, daß diese theoretisch und praktisch wichtig scheinende Untersuchung Anlaß zu weitgehenden und zahlreichen Untersuchungen hat.

Trotzdem seit dem Jahre 1909 mehrere hundert Arbeiten über die Bodenprotozoen erschienen sind, kann uns schon eine flüchtige Durchsicht der einschlägigen Literatur davon überzeugen, daß über ihre bodenbiologische Rolle noch keine einheitliche Auffassung besteht. Auch die Ansichten über das korrelative Verhältnis zwischen den Bakterien und Protozoen sind immer noch geteilt. Die meisten amerikanischen Bodenbiologen sind der Meinung, daß die Protozoen im Boden vorwiegend im enzystierten Zustand vorhanden sind und infolgedessen keine aktive Lebenstätigkeit entfalten. Ganz entgegengesetzte Anschauungen vertreten die meisten englischen und russischen Forscher. Sie sind der Ansicht, daß im Boden

auch unter normalen Verhältnissen immer eine ansehnliche Menge von aktiven Protozoen vorhanden ist, und da diese sich vorwiegend von Bakterien ernähren, können die die Menge der letzteren empfindlich verringern.

Während den Bodenprotozoen durch manche Untersuchungen eine recht schädliche biologische Rolle zugewiesen wird (sie werden z. B. für die Verminderung des Nitratstickstoffs verantwortlich gemacht), zeigen die von *Koffman* (1931) mit direkten Methoden durchgeführten Untersuchungen, daß sie bei den mikrobiologischen Prozessen eine recht unbedeutende Rolle spielen. Die Angaben über eine zahl- und artenreiche Protozoenfauna im normalen Boden, ihre Unabhängigkeit von der Reaktion des Bodens usw. würden nach ihm durch die Anwendung indirekter Methoden zu erklären sein.

Ich möchte hier noch kurz auf die Untersuchungen von *Varga* (1929, 1933) hinweisen. Die Hauptrolle kommt nach ihm den aktiven Protozoen zu, die enzystierten sind nur im Zustand latenten Lebens. Ihre Hauptnahrung bilden Bodenbakterien und verwesene organische Stoffe, sie tragen auch mit zur Bodenatmung bei. Im Gegensatz zu der bekannten Auffassung der amerikanischen Bodenbiologen behauptet also *Varga*, daß die Protozoen wohl eine bestimmte Wirkung auf die Lebensverhältnisse der Bodenbakterien ausüben. Auch jahreszeitliche Schwankungen der Protozoenzahl hat er beobachtet. Ihre Anzahl weist zwei Maxima auf, und zwar ein kleineres im Sommer und ein charakteristisches und stark entwickeltes im Spätherbst. Das letztere wird durch die Fülle der organischen Stoffe im Herbst verursacht; sonst sind die Protozoen von der Gegenwart einer gewissen Menge von Kapillarwasser in Boden abhängig, sie können aus ihrem Zysten Zustand dann rasch zum aktiven Leben übergehen. Die Protozoenzahl des Waldbodens ist gewöhnlich kleiner als die der Garten-, Acker- oder Wiesenböden. Durch ihre Tätigkeit wird die Bodenatmung erhöht, sie erleichtern die Verarbeitung der organischen Stoffe und die Verwesung der abgestorbenen Protozoenkörper. hat sicher einen nicht zu unterschätzenden Anteil an der Bereicherung des N-Gehaltes des Waldbodens. Obwohl also der Tätigkeit der Protozoen des Waldbodens eine bedeutende Rolle zukommt, bleibt doch die Bedeutung derselben weit hinter der überwiegenden Bedeutung der Bodenbakterien zurück.

Wie wir aus dem obigen ersehen, darf also auch die Protozoenfauna bei der mikrobiologischen Durchforschung des Bodens nicht unberücksichtigt gelassen werden. Da aber meine Bodenproben wegen des Transportes ins Laboratorium einige Tage aufbewahrt werden mußten und da eben diese Organismen sich während der Aufbewahrung sehr leicht verändern, habe ich diesen Teil meiner Untersuchung nur orientierend durchgeführt. Wegen der umständlichen Untersuchungsmethodik habe ich die Zahl der

Protozoen mit der Methodik von Varga (1933, S. 183) nur im Januar ermittelt. Dabei wurden 10.000 Protozoen pro 1 gr Erde in allen untersuchten Probestellen festgestellt; weitere Verdünnungen wurden wegen Zeitmangels nicht untersucht.

Auch die Artzusammensetzung wurde vorläufig nicht systematisch und gleichmäßig auf den verschiedenen Versuchsflächen studiert. Ich zähle daher nur die angetroffenen Arten ohne Rücksicht auf die Versuchsflächen auf. Die Bestimmungen habe ich unter Leitung von Herrn Professor Varga gemacht.

Die in den untersuchten Bodenproben angetroffenen Protozoenarten waren die Folgenden: 1. Rhizopoda: *Amoeba froshi*, *A. gorgonia*, *A. limax*, *A. terricola*, *Nuclearia simplex*. 2. Mastigophora: *Bodo celer*, *B. ludi-bundus*, *Cercobodo granais*, *C. vibrans*, *Cercomonas longicauda*, *Monas arhabdomonas*, *M. oicomonas*, *Oicomonas termo*. 3. Ciliata: *Colpodium colpoda*, *Glaucocystis scintillans*.

Die angetroffenen 15 Arten sind ja noch nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Ich möchte hier nur nochmals auf die Wichtigkeit systematischer und eingehender Durchforschung der Protozoenfauna des Bodens hinweisen. Auch auf diesem Gebiete der bodenbiologischen Forschung sind sicher noch theoretische interessante und wichtige Resultate zu erreichen, die einmal auch für die Praxis von durchgreifenden Nutzen sein können.

Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

Wenn wir die Resultate dieser Untersuchung zusammenfassend betrachten, finden wir folgendes:

1. Das quantitative Vorkommen der Bodenmikroben, sowohl aerober und anaerober Bakterien, wie mikroskopische Pilze, zeigt (große Unterschiede im Boden von verschiedenen Waldtypen und zwar so, daß die Zahl der Mikroben parallel mit der Typengüte fällt. Dieses Verhalten besteht auch in verschiedenen Jahreszeiten.
2. Nicht nur die Gesamtzahl der Bakterien, sondern auch das quantitative Vorkommen der physiologischen Bakteriengruppen, also der nitrifizierenden, zellulosezersetzenden und stickstoffbindenden Mikroorganismen zeigt in großen Zügen Unterschiede bei verschiedenen Bodengüten.
3. Besonders charakteristisch ist das Verhältnis der nitrifizierenden Bakterien zu den denitrifizierenden, welches mit der Typengüte parallel verläuft.
4. Dementsprechend ^{verläuft} finden wir auch den Nitratstickstoff- und den Gesamtstickstoffgehalt mit der Typengüte parallel ^{gestaltet}. Die ^{güte} ~~Ergiebigkeit~~ der Waldtypen wird also in erster Linie durch den Stickstofffaktor bestimmt, was schon aus früheren bodenchemischen Untersuchungen hervorgeht.

5. Nebeneinander dargestellt zeigen auch die Biofaktoren: Humusgehalt, Nitratstickstoffgehalt und lösliche Kali- und Phosphormengen der untersuchten Waldtypen eine Parallelität mit den Mikrobenzahlen.

6. Die Messung der Bodenatmung im Laboratorium liefert einen guten Indikator für die Beurteilung der Bodenaktivität. Die erhaltenen ^{Ergebnisse} ~~Ergebnisse~~ sind dazu ^{in hohem Maße} ~~geeignet~~, die bei Bakterienzählungen gewonnenen Resultate zu stützen und ^{zu kontrollieren} ~~zu kontrollieren~~ und lassen in der vorliegenden Untersuchung eine weitgehende Übereinstimmung mit jenen erkennen.

7. Die differierenden Mikrobenzahlen im Boden der verschiedenen Waldtypen werden anscheinend hauptsächlich von den Faktoren, Humusgehalt, Wassergehalt und Bodentemperatur hervorgerufen. Diese Annahme wird auch durch frühere bodenbakteriologische Untersuchungen ^{unterstützt} ~~gestützt~~.

8. Für den Zusammenhang zwischen den Waldtypen und deren Algenflora und Protozoenfauna im Boden konnte auf Grund dieser orientierenden Untersuchung noch keine bestimmte ^{Regelmäßigkeit} ~~Regelmäßigkeit~~ gefunden werden. Hier sind ^{benötigt} ~~noch~~ spezielle ^{eingehende} ~~Untersuchungen~~ ^{notwendig} ~~notwendig~~. Die Zahl der Algenarten zeigt eine Parallelität mit der Typengüte.

9. Auf Grund dieser Untersuchungen ist es wieder gelungen, der *Cajander'schen* Waldtypenlehre ^{in der} ~~in der~~ Erkenntnis der inneren dynamischen Struktur des Waldbodens und ihrer biologischen Erscheinungsformen eine neue Bestätigung zu geben.)

Es ist mir eine angenehme Pflicht Professor *Fehér* und seinen Mitarbeitern, insbesondere Frau *M. Frank* und Privatdozent *L. Varga* für ihre Bereitwilligkeit und Ratschläge, mit den sie meine Arbeiten unterstützt haben, meinen innigsten Dank auszusprechen.

Irodalom: — Literatur:

- Aaltonen, V. T.*: 1925. Über den Aziditätsgrad (pH) des Waldbodens. (Comm. ex Inst. quæst. forest. Finl. ed. 9. Helsinki.)
 — 1926. Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden. (Ibid. 10.)
 — 1929. Über die Möglichkeit einer Bonitierung der Waldstandorte mit Hilfe von Bodenuntersuchungen. (Acta Forest. Fenn., 34. Helsinki.)
Barboglio, P.: 1897. Siehe *Casagrandi, O.* 1897.
Behrens, J.: 1904 a. Neuere Fortschritte der Bodenbakteriologie. (Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, 26.)
 — 1904 b. Mykologie des Bodens. (*F. Löffler*: Handbuch der technischen Mykologie, 3. Jena.)
Beijerinck, M. W.: 1896. Kulturversuche mit Amöben auf festem Substrate. (Centralbl. f. Bakt. Abt. I, 19. Jena.)
Bergey, David H.: 1934. Manual of Determinative Bacteriology. (Baltimore.)
Besenyi, Z.: 1933. Siehe *Fehér* und *Besenyi* 1933.

- Blomquist, A. G.*: 1872. Tabeller framställande utvecklingen af jemnariga och slutna skogsbestand af tall, gran och björk. Helsingfors.
- Bokor, R.*: 1926. Untersuchungen über die Mikroflora der Waldböden. (Erdész. Kisértlet. 28. Sopron.)
- 1930. *Mycococcus cytophagus* n. sp. 1929. (Arch. f. Mikrobiol. 1. Berlin.)
- Bréal, E.*: 1896. Décomposition des matières végétales en présence de l'eau et de la terre. (Ann. agron. 22. Paris.)
- Brown, P. E.*: and *Smith, R. E.*: 1912. Bacterial Activities in Frozen Soils. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 34. Jena.)
- Cajander, A. K.*: 1909. Ueber Waldtypen. (Acta Forest. Fenn. 1. Helsinki.)
- 1916. Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo.
- 1923. Was wird mit den Waldtypen bezweckt? (Acta Forest. Fenn. 25. Helsinki.)
- 1925. Metsätüypiteoria. (Ibid. 29.) — 1926. The Theory of Forest Types. (Ibid. 29.)
- 1930. Wesen und Bedeutung der Waldtypen. (Silva Fennica 15. Helsinki.)
- Caron, A.*: 1895. Landwirtschaftlich-bakteriologische Probleme. (Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen Bd. 45. Berlin.)
- Casagrandi, O.*: and *Barboglio, P.*: 1897. Ueber die Kultur von Amöben. (Centralbl. f. Bakt. Abt. I, 21. Jena.)
- Celli, A.* und *Fiocca, R.*: 1894. Beiträge zur Amöbenforschung. Zweite vorläufige Mitteilung. Über die Klassifikation der Amöben und einige gezüchtete Species. (Ibid. 16.)
- Christensen, Harald R.*: 1915. Studien über den Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf das Bakterienleben und den Stoffumsatz im Erdboden. (Ibid. Abt. II, 43.)
- Conn, H. J.*: 1910. Bakteria in Frozen Soil. (Ibid. 28.)
- 1911. Bakteria of frozen Soil. (Ibid. 32.)
- 1915. Bakteria of frozen Soil. (Ibid. 42.)
- 1922. A microscopic method for demonstrating fungi and actinomycetes in soil. (Soil Sci. 14. New Jersey.)
- Connor, S. D.*: 1919. Siehe *Noyes, H. A.* 1919.
- Doerell, Ernst Gustav*: 1926. Siehe *Stoklasa* und *Doerell* 1926.
- Ehrenberg, C. G.*: 1837. Die fossilen Infusorien und die lebendige Dammerde. Berlin.
- Engberding, Diedrich*: 1909. Vergleichende Untersuchungen über die Bakterienzahl im Ackerboden in ihrer Abhängigkeit von äußeren Einflüssen. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 23. Jena.)
- Esmarch, F.*: 1914. Untersuchungen über die Verbreitung der Cyanophyceen auf und in verschiedenen Böden. Kiel.
- Fabricius, Otto* und *v. Feilitzen, Hjalmar*: 1905. Ueber den Gehalt an Bakterien in jungfräulichen und kultiviertem Hochmoorboden auf dem Versuchsfelde des Schwedischen Moorkulturvereins bei Flahult. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 14. Jena.)
- Fehér, D.*: 1929 a. Die Biologie des Waldbodens und ihre physiologische Bedeutung im Leben des Waldes. (Acta Forest. Fenn. 34. Helsinki.)
- 1919 b. Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Bodenatmung und der Mikrobentätigkeit des Waldbodens. (Biochem. Zeitschr. 206. Berlin.)
- 1930 a. Mikrobiologische Untersuchungen über den Stickstoffkreislauf des Waldbodens. (Arch. f. Mikrobiol. 1. Berlin.)
- 1930 b. Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Mikrobentätigkeit im Waldboden. (Ibid. 1.)

- 1930 c. Untersuchungen über die zeitlichen Änderungen der Azidität und des Humusgehaltes des Waldbodens. (Wissensch. Arch. f. Landwirtsch. Abt. A: Pflanzenbau. Bd. 4. Berlin.)
- 1931 a. Über den Einfluß des Kahlschlages auf den Verlauf der biologischen und biochemischen Prozesse im Waldboden. (Forstl. Wochenschr. Silva. Tübingen.)
- 1931 b. Die zeitlichen Veränderungen des Humusgehaltes des Waldbodens. (Ibid.)
- 1932 a. Eine neue Methode zur Züchtung und quantitativen Erfassung der Lebens-tätigkeit der Bodenbakterien. (Arch. f. Mikrobiol. 3. Berlin.)
- 1932 b. Experimentelle Untersuchungen über die mikrobiologischen Grundlagen der Schwankungen der Bodenazidität. (Ibid.)
- 1932 c. Untersuchungen über die zeitlichen Änderungen der Bodenazidität. (Wissensch. Arch. f. Landwirtsch. Abt. A: Pflanzenbau. 9. Berlin.)
- 1933 a. Die Verwendung der elektrometrischen pH-Messung zur quantitativen Er-mittlung der Keimzahl der Böden. (Arch. f. Mikrobiol. 4. Berlin.)
- 1933 b. Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Wasser-gehalt des Bodens auf die Lebenserscheinungen der Bodenbakterien. (Ibid.)
- 1933 c. Untersuchungen über die Mikrobiologie des Waldbodens. Mit Beiträgen von *R. Bokor* und *L. Varga*. Berlin.
- 1933 d. Einiges über den Phosphorgehalt der Waldböden. (Forstl. Wochenschr. Silva. Tübingen.)
- 1934 a. Experimentelle Untersuchungen über die mikrobiologischen Grundlagen der Schwankungen der Bodenazidität. II. (Arch. f. Mikrobiol. 5. Berlin.)
- 1934 b. Untersuchungen über die Schwankungen der Bodenatmung. (Ibid.)
- 1934 c. Die Verwendung der elektrometrischen pH-Messung bei der Ermittlung der Keimzahl der Böden. II. (Ibid.)
- 1934 d. Regionale Untersuchungen über den Koligehalt der Waldböden. (Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde. 5—6. Berlin.)
- 1934 e. Untersuchungen über den periodischen Kreislauf des Phosphors in den Waldböden. (Die Phosphorsäure 8—9. Berlin.)
- 1935. Vergleichende Untersuchungen über den Kali- und Phosphorgehalt der Sand-böden auf der ungarischen Tiefebene mit besonderer Berücksichtigung ihrer Frucht-barmachung. (Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde. Berlin.)
- Fehér, D.* und *Besenyi, Z.*: 1933. Untersuchungen über die Pilzflora der Waldböden. (Erdész. Kísérletek.)
- Fehér, D.* und *Frank, M.*: 1936. Untersuchungen über die Lichtökologie der Bodenalgén. (Arch. f. Mikrobiol. 7. Berlin.)
- Fehér, D.* und *Frank, M.*: Untersuchungen über den Kreislauf des N., des P. und des K. in den Waldböden. (Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde, 1936.)
- Fehér, D.* und *Varga, L.*: 1929. Untersuchungen über die Protozoenfauna des Wald-bodens. (Centralbl. f. Bakt. 77. Berlin.)
- v. Feilitzen, Hjalmar*: 1905. Siehe *Fabricius, Otto*. 1905.
- Fiocca, R.* 1894. Siehe *Celli, A.* 1894.
- Fleischer, M.*: 1891. Siehe *Kissling, R.* 1891.
- Ford, W. W.* and *Lawrence, J. S.*: 1916. Studies on aerobic sporebearing non-pathogenic bacteria. (Journ. of Bakt. 1. London.)
- Frank, M.*: 1936. Siehe *Fehér* und *Frank*. 1936.
- Frosch, P.*: 1897. Zur Frage der Reinzüchtung der Amöben. (Centralbl. f. Bakt. Abt. I. 21. Jena.)
- Gaudechon, H.*: 1912. Siehe *Müntz, A.* 1912.
- Gray, P. H. H.*: 1930. Siehe *Thornton, H. G.* 1930.
- Hagem, Oscar*: 1908. Untersuchungen über norwegische Mucorineen. I. (Videnkaps-Selskapets Skrifter I. Math. Naturv. Klasse. 7. Kristiania.)

- 1910. Untersuchungen über norwegische Mucorineen. II. (Ibid. 4.)
- Heimbürger, Carl C.*: 1934. Forest-Type Studies in the Adirondack-Region. (Cornell University Agriculturat Experiment Station. Ithaca.)
- Heinze, B.*: 1910. Bodenbakteriologische Untersuchungen. (Landwirtschaftl. Jahrbücher. 39. Bd. Ergänzungsband III. Berlin.)
- Hiltner, L.*: 1907. Über neuere Ergebnisse und Probleme auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Bakteriologie. (Jahresbericht d. Vereins f. angew. Botanik. 5. ?)
- Hiltner, L. und Störmer, K.*: 1903. Studien über die Bakterienflora des Ackerbodens mit besonderer Berücksichtigung ihres Verhaltens mit einer Behandlung mit Schwefelkohlenstoff und nach Brache. (Biol. Abt. f. Land- und Forstwirtschaft am Kais. Gesundheitsamte. 3. Berlin.)
- Holzer, Hans*: 1929. Siehe *Janke, Alexander*. 1929.
- Hult, R.*: 1881. Försök till analytisk behandling av växtformationerna. (Medd. av soc. pro fauna et flora fenn. 8. Helsingfors.)
- Huntemüller, Otto*: 1905. Vernichtung der Bakterien im Wasser durch Protozoen. (Arch. f. Hygiene. 54. München und Berlin.)
- Hutchinson, H. B.*: 1909. Siehe *Russel, E. J.* 1909.
- Ilvessalo, Yrjö*: 1920 a. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä, nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvitaulujen laatimistyöhön. (Summ. Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend.) (Acta Forest. Fenn. 15. Helsinki.)
- 1920 b. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Summ. Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Süd-hälfte von Finnland. (Ibid.)
- 1922. Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. (Acta Forest. Fenn. 20. Helsinki.)
- 1923. Ein Beitrag zur Frage der Korrelation zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes. (Ibid 25.)
- Janke, Alexander und Holzer, Hans*: 1929. Über die Schimmelpilzflora des Erdbodens. (Zentralbl. f. Bakt. 79. Jena.)
- Karrer, J. L.*: 1919. Siehe *Moorge, G. T.* 1919.
- Kissling, R. und Fleischer, M.*: 1891. Die Bodenluft in besandeten und nicht besandeten Hochmoor- und Niedermoorböden. (Landwirtschaftl. Jahrbücher. 20. Berlin.)
- Koffman, M.*: 1931. De egentliga jordprotozoerna. Deras ställning till andra jordmikroorganismer och deras roll vid de mikrobiologiska processerna i jorden. (Meddelande Nr. 391 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet Bakteriologiska avdelningen Nr. 55. Stockholm.)
- Kossowitsch, P.*: 1894. Untersuchungen über die Frage, ob die Algen freien Stickstoff fixieren. (Botan. Zeitung Abt. I. 52. Leipzig.)
- Kühlmorgen-Hill, G.*: 1928. Vergleichende Prüfung der Methoden zur Ermittlung der Keimzahl im Boden. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. 74. Jena.)
- Lawrence, J. S.*: 1916. Siehe *Ford, W. W.* 1916.
- Lehmann, K. B. und Neumann, R. O.*: 1927. Bakteriologie insbesondere bakteriologische Diagnostik. München, 1927.
- Lindau, Gustav*: 1914—1916. Kryptogamenflora für Anfänger. Bd. IV, 1, 2 und 3. Die Algen. Berlin.
- 1922. Kryptogamenflora für Anfänger. Die mikroskopischen Pilze. Berlin.
- Löhnis, F.*: 1910. Handbuch der landwirtschaftlichen Bakteriologie. Berlin.
- 1920. Landwirtschaftlich-bakteriologisches Praktikum. Berlin.

- 1926. Vorlesungen über landwirtschaftliche Bakteriologie. Berlin.
- Lönnroth, Erik*: 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. (Acta Forest. Fenn. 30. Helsinki.)
- 1926. Die Waldtypen und die innere Bestandesentwicklung. (Deutsche Dendrologische Gesellschaft.)
- 1927. Zur Frage der Waldbetriebsregelung mit besonderer Berücksichtigung der Waldverhältnisse Finnlands. (Acta Forest. Fenn. 32. Helsinki.)
- Lundegårdh, Henrik*: 1930. Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena.
- Mc Lennan, E.*: 1928. The growth of fungi in soil. (Ann. of Appl. Biology. 1st. Cambridge.)
- Migula, W.*: 1913. Über die Tätigkeit der Bakterien im Waldboden. (Forstwiss. Centralbl. Berlin.)
- Moore, G.T. and Karrer, J. L.* 1919. A subterranean algal flora (Ann. Missouri Bot. Garden 6. New-York.)
- Müller, P. E.*: 1887. Studium über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. Berlin.
- Müntz, A. et Gaudechon, H.*: 1912. Le reveil de la terre. (Compt. rend de l'Académie des Sciences. 154. Paris.)
- Neller, J. R.*: 1920. The oxidizing power of soil from limed and unlimed plots and its relation to other factors. (Soil Sci. 10 New Jersey.)
- Neumann, R. O.*: 1927. Siehe *Lehmann, K. B.* 1927.
- Norrlin, J. P.*: 1870. Bildrag till sydöstra Tavastlands flora. (Not. ur Sällsk. pro fauna et flora fenn. förhandl. XI. — (Beiträge zur Flora des südöstlichen Tavastlands. (Acta Forest. Fenn. 23. 1923. Helsinki.)
- 1871. Om Onega-Karelen vegetation och Finnlands jemte Skandinaviens naturhistoriska gräns i öster. Flora Kareliae onegensis. I. (Not. ur Sällsk. pro fauna et flora fenn. förhandl. XIII. — (Flora Kareliae onegensis I. Über die Vegetation von Onega-Karelien und die naturhistorische Grenze Finnlands, sowie Skandinaviens im Osten. (Acta Forest. Fenn. 23. 1923.)
- Noyes, H. A. and Connor, S. D.*: 1919. Nitrates, nitrification and bacterial contents of five typical soils as affected by lime, fertilizer, crops and moisture. (Journ. of Agric. Res. 16. Washington.)
- Petersen, Johannes Boye*: 1915. Studier over danske aërofile Alger. (Det Kong. Danske Videnskabernes Selsk. Skrift. Naturv.- og Math. Afd. Kobenhavn.)
- Petersen, Paul*: 1870. Einfluß des Mergels auf die Bildung von Kohlensäure und Salpeter im Ackerboden. (Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Bd. 13. Berlin.)
- Porkka, Osmo*: 1913. Orientierende Versuche über den täglichen Gang der Bodenatmung. (Annales soc. zoolog-bot. fenn. Vanamo, 15. Helsinki.)
- Purvis, E. R.* 1932. Siehe *Waksman, Selman, A. and Purvis, E. R.* 1932.
- Rabenhorst, L.*: 1887, 1896, 1907—1910. Kryptogamen-Flora. Leipzig.
- Rahn, Otto*: 1912. Die Bakterientätigkeit im Boden als Funktion von Korngröße und Wassergehalt. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 35. Jena.)
- 1913. Die Bakterientätigkeit im Boden als Funktion der Nahrungskonzentration und der unlöslichen organischen Substanz. (Ibid. 38.)
- Rippel, August*: 1933. Vorlesungen über Bodenmikrobiologie. Berlin.
- Ritter, G. A.*: 1912. Beiträge zur Kenntnis der niederen pflanzlichen Organismen, besonders der Bakterien, von Hoch- und Niedermoores, in floristischer, morphologischer und physiologischer Beziehung. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 34. Jena.)

- Romell, L. G.*: 1932. Über den Einfluß des Kahlschlages auf den Verlauf der biologischen Prozesse im Waldboden. (Forstl. Wochenschr. Silva. Tübingen.)
- Russel, E. J. and Hutchinson, H. B.* 1909. The effect of partial sterilization of soil on the production of plant food. (Journ. of Agric. Sci. 3. London.)
- Schoenichen, Walther*: 1933. Deutsche Waldbäume und Waldtypen. Jena.
- Schönbrunn, Bruno*: 1922. Über den zeitlichen Verlauf der Nitrifikation, unter besonderer Berücksichtigung der Frage nach dem periodischen Einfluß der Jahreszeiten. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 56.)
- Smith, R. E.*: 1912. Siehe *Brown, P. E.* 1912.
- Söhngen, N. L.*: 1913. Einfluß von Kolloiden auf mikrobiologische Prozesse. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 38. Jena.)
- Stoklasa, Julius*: 1883. Pedologische Studien. Prag.
- 1899, 1900. Assimilieren die Alimittbakterien den Luftstoff? (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 5. u. 6. Jena.)
- Stoklasa, Julius und Doerell, Ernst Gustav*: 1926. Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens. Berlin.
- Stahlström, Axel*: 1898. Saveamisen merkityksestä. (Suomen Suoviljely-yhd. vuosik. Helsinki.)
- Van Suchtelen, F. H. H.*: 1910. Über die Messung der Lebenstätigkeit der aërobiotischen Bakterien im Boden durch die Kohlensäureproduktion. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 28. Jena.)
- Thornton, H. G. and Gray, P. H. H.*: 1930. The fluctuations of bacterial numbers and nitrate content of field soils. (Proceeding of the Royal Society, B, Vol. 106. London.)
- Traaen, A. E.*: 1914. Untersuchungen über Bodenpilze aus Norwegen. (Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. 52. Kristiania.)
- Valmari, J.*: 1921. Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. (Acta Forest. Fenn. 20. Helsinki.)
- Varga, L.*: 1929. Siehe *Fehér und Varga* 1929.
- 1933. Siehe *Fehér* 1933 c.
- Vartiavaara, Unto*: 1935. Maaperän sienten aineenvaihduntaa tutkimuksia. (Summ: Studies of the metabolism of soil fungi.) (Acta Agraria Fennica 32. Helsinki.)
- Wainio, Edward*: 1878. Kasvistonsuhteita Pohjoissuomen ja Venäjän-karjalan rajaseuduilla. (Medd. af soc. pro F. et Fl. Fenn. 4. Helsingfors.)
- Waksman, Selman, A.*: 1916 a. Soil fungi and their activities. (Soil Sci. New York.)
- 1916 b. Bacterial numbers in soils, at different depths and in different seasons of the year. (Ibid.)
- Waksman, Selman, A.*: 1922 a. Microbiological analysis of soil as an index of soil fertility: II. Methods of study of numbers of microorganism in the soil. (Soil Sci. 14.)
- 1922 b. Microbiological analysis of soil as an index of soil fertility: III. Influence of fertilization upon numbers of microorganism in the soil. (Ibid.)
- 1927. Methoden der mikrobiologischen Bodenforschung. (Anderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden XI. 3. Berlin und Wien.)
- 1930. Der gegenwärtige Stand der Bodenmikrobiologie und ihre Anwendung auf Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenwachstum. (Ibid. Neue Folge, Heft 10.)
- 1931. Principles of soil microbiology. London.
- Waksman, Selman, A., and Purvis, E. R.*: 1932. The microbiological population of peat. (Soil Sci. 34.)
- Wittich*: 1930. Untersuchungen über den Einfluß des Kahlschlages auf den Bodenzustand. (Mitteil. Forstwirtschaft. u. Forstwiss. Berlin.)

- 1931. Wie wirken Durchforstung und Bodenentblößung auf die biologischen Vorgänge im Boden. (Deutsche Forstzeitung. Berlin.)
- 1933. Untersuchungen in Nordwestdeutschland über den Einfluß der Holzart auf den biologischen Zustand des Bodens. (Mitteil. Forstwirtschaft. u. Forstwiss. Berlin.)
- Wolff, M.: 1908. Der Einfluß der Bewässerung auf die Fauna der Ackerkrume mit besonderer Berücksichtigung der Bodenprotozoen. (Mitteil. des K. Walhelm Inst. f. Landwirtsch. in Bromberg. 1. — Ref. Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 24. 1909.)

Osztrák-magyar diákcseré mozgalom.

A Verband der Ungarnfreunde (Wien, I., Kärtnerring 3) megkéri mindazokat a szülőket, akik ebben az akcióban a nyári szünidőre vendéggyermeket kívánnak, hogy ebbeli kérésükkel mennél előbb forduljanak a Verband der Ungarnfreunde-hoz, hogy torlódás elő ne forduljon és a beosztási munkálatok, amelyek már kezdetüket vették, az eddigi szokáshoz híven simán legyenek lebonyolíthatók.

Kérjük olvasóinkat, hogy érdeklődés esetén közvetlenül a Verband der Ungarnfreunde-hoz (Wien, I., Kärtnerring 3), ahol minden felvilágosítást megadnak és a szükséges nyomtatványokat megküldik.

Helyreigazítás:

Az Erdészeti Kísérletek 1935. évi 37. kötetében megjelent *Dr. Fehér:* „Az alföldi homokos talajok biokémiai vizsgálata tekintettel a fásításra” című cikkben a 9. táblázatban az értekezés 45., 46. és 47. oldalán kg/ha helyett mg/100 g. irandó.

A Nyírség erdői és erdőtípusai.

Írta: dr. berei Soó Rezső egyet. ny. r. tanár, Debrecen.

A debreceni egyetem Növénytani Intézete 1930. évben vezetésem alatt megkezdte az Alföld északkeleti, mészből szegény homokterületének, a Nyírségnek növényzociológiai és ökológiai kutatását. A Nyírség egységes, semihumid klímáján belül a talajnedvesség foka (kisebb mértékben más edaphikus sajátságok) és a mikroklimatikus viszonyok szerint látszólag ellentétes jellegű növényzövetkezetek: savanyú talajú homokpuszták, száraz pusztai tölgyesek, nyíresek, árnyas humuszos tölgy-, gyertyán- és nyírszálerdők, nedves ligetek, mocsári- és láprétek, és reliktumfajokban gazdag nyír- és fűzlápok stb. alakultak ki, igen változatos és érdekes kutatási területet nyújtva a geobotanikusnak. Hat éven át folytatott (1930—1935) kutatásaink florisztikai eredményei a Bot. Közl. 1934. 218—252. lapjain láttak napvilágot, a kiegészítő pótlások a Bot. Közl. 1937. 33—44. lapokon jelentek meg. A nyírségi növényzövetkezetek áttekintését a R ü b e l-Festbandban (Ber. Schweiz. Bot. Ges. 1936. 111 ff.) közöltem, a debrecenhalápi kísérleti területünkön folytatott synökológiai vizsgálatok első közleménye A s z ó d L á s z l ó disszertációja (Acta Geobot. Hung. 1936. 75—107). Tíz különböző jellegzetes növényzövetkezet¹⁾ talajának fizikai és kémiai sajátságait vizsgáltuk, a teljes kémiai elemzéseken kívül havonta határoztuk meg a talajsavanyúság periódikus váltakozását, amit kiegészítenek a talaj víztartalmára és a hőmérsékletére vonatkozó adataink. Mikroklimatikai állomásainkon²⁾ a levegőhőmérsékletet, a relatív nedvesség, a telítettség hiány, a párolgás, a fényintenzitás napi menetét és napi összegeit havonta egyszer egyidőben végzett összehasonlító méréseink határozták meg, amelyeket szélsébségi, inszolációs stb. mérések egészítették ki. A nyírségi vegetációtípusok mikroklimáját jellemző eredmények, kb. 7600 mérési adat, táblázatos és grafikai feldolgozása elkészült, megjelentetése

¹⁾ Kevert kőrisliget (*Fraxineto-Ulmetum*), láprétek (*Caricetum Goodenowii-acutifloris* és *C. paradoxae drepanocladosum*), fűzláp (*Salicetum cinereae*, ill. *Betuleto-Salicetum*), pusztai erdő (*Quercetum roboris stepposum*), árnyas tölgyes és annak kulturfaciése (*Q. r. umbrosum* és *urticosum*), akácok (*Robinietum*), homokbucka (*Festuceto-Corynephorretum*) és homoki legelő (*Festucetum pseudovinae potentillosum*).

²⁾ A fentiekén kívül még nádas (*Phragmitetum*) és zsombékos (*Caricetum Hudsonii*).

nagy terjedelme miatt késik. A szó d dolgozatában csak egy nap méréseinek összefoglaló adatai jelentek meg.

A Nyírség erdeinek javarésze vagy zárt, árnyas, kötöttebb, humuszosabb talajú, *mesophil* tölgyes szálerdő, *Quercetum roboris umbrosum* pH : 5.4 (*Urtica* facies, felszín, nov.) és 8.2 (*Convallaria* facies, 30 cm mélység, aug.) között változik vagy nyiltabb, parkerdőjellegű, tisztásos, lazább homoktalajú, *xerophil* pusztai erdő (*Q. r. stepposum*, pH : 5.1 felszín, jan. —7.1, 30 cm mélység, szept. között változik). Egyes ártéri-mocsári jellegű tölgyes állományok (*Q. r. hygrophilum*) képezik az átmenetet a florisztikailag érdekes kevert körisligetekhez (*Fraxineto-Ulmetum*, talaja meszes, pH : 7.6 felszín, jan. és 10.5, 30 cm mélység, aug. közt), amelyek ma már fogyóban vannak. A bükkösök szerepét a tölgyesek közepette található kis gyertyánállományok (*Carpinetum betuli*) töltik be, ezekhez hasonlóan háttérbe szorultak az egykor elterjedtebb, szép nyíresek (*Betuletum pendulae*), amelyeknek ma csak egyetlen ősi állományát ismerjük. A kis kiterjedésű, de úgy tájképileg kitűnő, mint flóratörténetileg jelentős — Bátorliget reliktumfajainak termőhelyei — nyír- és fűzlápok (*Betuletum pendulae-pubescentis* és *Salicetum cinereae*) gyakran lápkomplexeket alkotnak láprétekkel (zsombékosokkal és *Menyanthes*-semlyékekkel), mint pl. Halápon (pH : 6.15, felszín, jan. —7.90, 30 cm mélység, szept. között változik).

A nyírségi növényszövetkezetek synökológiai viszonyait más tanulmányosorozatban óhajtván közreadni, jelen munkám kizárólag a szociológiai elemzések (felvételek) eredményeit közli, összevont (szintétikus) táblázatok alakjában. Tanulmányom három részre oszlik, jelen első és erdős vegetációt (*Lignosa*) tárgyalja, a második rész a rétek (*Herbosa*), a harmadik a puszták (*Deserta*) típusait fogja ismertetni. Az erdők szociológiai feldolgozása kerekén 190 állományfelvételen alapul — ami kb. 400 kvadrát (25 m²) felvételnek felel meg — ezek teljes anyagának leközlésétől nagy terjedelmük miatt eltekintek, csupán a két legérdekesebb összetételű asszociáció, a nyír (*Betuletum pendulae-pubescentis*) és a fűz (*Salicetum cinereae*) lápok aránylag kisebbszámú állományainak (8, ill. 15) teljes analizét adom közre. Az árnyas és a pusztai tölgyesek esetében egy-egy terület állományainak listáját adom az egész Nyírségre vonatkozó összesített lista mellett, így a *Quercetum roboris umbrosum*-nál a debreceni Nagyerdő (20 állomány, ill. erdőrész 60 kvadrátfelvétele alapján) a *Q. r. stepposum*-nál a debreceni Haláp-Nagycsere terület 12 állományának borítás (A—D) és sűrűség (Fr) értékeit. A kevert körisliget (*Fraxineto-Ulmetum*) 35 felvett állománya, ill. erdőrésze Haláp-Nagycsere (5 állomány, 12 kvadrátfelvétel), Bátorliget (20 állomány) és Fényi-erdő (10 állomány) területenként nyert összefoglalást. A nyíreserdők, gyertyánosok stb. aránylag kevés felvétele táblázatos elemzést nem tett lehetővé.

A nyírségi növénysszövetkezetek áttekintése:

A) *Lignosa*.I. *Quercion roboris*. Tölgyesek.1. *Quercetum roboris tibiscense* (*Q. r. tiliosum argentae*).a) *subass. umbrosum (convallariosum)*.b) *subass. festucetosum sulcatae (stepposum)*.c) *hygrophilum* ad II.2. *Carpinetum betuli* (resp. *consoc. Querceti umbrosi*).3. *Betuletum pendulae*.II. *Salicion*. Ligetek.*4. *Salicetum mixtum*.*5. *Alnetum glutinosae*.6. *Fraxineto-Ulmetum*.III. *Alnion glutinosae*. Láperdők.7. *Betuletum pendulae-pubescentis (salicosum pentandrae)*.8. *Salicetum cinereae (calamagrostidosum canescentis s. phragmitosum)* incl. *Betuleto-Salicetum*.IV. *Prunion spinosae*. Pusztai cserjések.*9. *Prunetum spinosae*.B) *Herbosa*.V. *Potamion* incl. *Hydrocharition*. Hinár.VI. *Phragmition*. Nádasok.*VII. *Nanocyperion*. Iszapvegetáció.VIII. *Magnocaricion*. Magas-sásos vegetáció (zsombékosok).IX. *Parvocaricion* resp. *Molinion*. Láprétek.X. *Agrostidion albae*. Mocsárrétek.XI. *Arrhenatherion*. Kaszálók.XII. *Festucion sulcatae*. Pusztai rétek.C) *Deserta*.XIII. *Corynephorion* (resp. *Festucion vaginatae*). Homokbuckák.*XIV. *Beckmannion eruciformis*. Szíkes rétek.XV. *Puccinellion distantis*. Szikfok vegetációja.XVI. *Salicornion herbaceae*. Vakszik vegetációja.XVII. *Festucion pseudovinae*. Szíkes pusztákD) *Kultúrvegetáció*.XVIII. *Poion annuae*. Legelők.XIX. *Secalinion*. Szántók.XX. *Olitorion*. Kapás kultúrák.XXI. *Hordeo-Onopordion*. Gyomvegetáció.XXII. *Polygono-Chenopodion*. Mocsári gyomnövényzet.

A *-gal jelölt asszociációk, ill. assz. csoportok a Nyírségen csak töredékesen (fragmentárisan) vannak képviselve. A B—C. asszociáció csoportjaiba tartozó növényyszövetkezetek (asszociációk és konszociációk) felsorolását I. Ber. Schw. Ges. I. c., részletes tárgyalásuk e tanulmánysorozat 2. és 3. részében.

A Nyírség erdeiről először Bernátsky emlékezik meg — ő szárazabb és nedvesebb homoktalajú, valamint kötöttebb, ártéri jellegű erdőket említ. RapaiCs első, a Nyírségről írt, növényföldrajzi művében (1916) részletesen megemlékezik a debreceni erdőkről (128—135. o.), valamint a buckaközök vegetációja címen (138—145. o.) többek közt a halápi lápvegetációról. Külön tárgyalja az erdő mélyének (azaz az árnyas szál-erdőnek, a *Quercetum umbrosum*nak) és az erdei tisztásoknak (amelyen belül a pusztai erdőnek, a *Q. stepposum*nak, elemeit is felsorolja) növényzetét. A nyírláp tárgyalásánál viszont a lápi, lápréti, ligeti és mocsári elemeket egybefoglalja, így a nyírlápról nem kapunk tiszta képet. RapaiCs ebben a dolgozatában számos oly fajt is említ a Nyírségről, amelyek enumerációiban hiányoznak — Boros ezeket az adatokat mellőzte is nyírségi flóraművében — s javarészt bizonytalannal tévesek. A formációk leírása nem a természet után készült, tisztamenti, ohati, hortobágyi adatokat is kever a nyírségi növényyszövetkezetek leírásába. Második hasonló tárgyú munkájában, a Nyírség növényföldrajzában (1925) megemlékezik ugyan arról, hogy a tölgyesek több típusba oszthatók, de már csak flóralistákat ad a debreceni Nagyerdő és a bátorligeti erdők növényzetéről, tekintet nélkül arra, hogy a felsorolt fajok milyen asszociációban élnek. Míg 1916-ban még azt írja, hogy a levágott erdő helyén alakul ki ligetszerű cserjés-bokros, itt már helyesen mutat rá a pusztai erdőre, amelyben a homokpusztai rét (azaz *Festucetum sulcatae*) növényeit látjuk viszont.

Nem jelentett haladást a nyírségi növényyszövetkezetek megismerése terén Boros nyírségi flóraművének idevágó fejezete sem (p. 149—163), amelynek hibáira és tévedéseire másutt már rámutattam (Debreceni Szemle 1933. 251—256 és 335—339). Állítása — amellyel munkájában a modern vegetációkutatás teljes hiányát menteni véli —, hogy a Nyírségen a növényyszövetkezetek egymásbaolvadása és átmenetei révén azokat szétválasztani nem lehet, egyáltalában nem állja meg a helyét. Fokozatos átmenetek a fentebb megkülönböztetett erdei növényyszövetkezetek között vannak ugyan, de csupán a tölgyes két subassz.-ja között találunk néha bizonytalanabb hovatartozású állományokat, míg a nedves, ligetes tölgyest (*Quercetum hygrophilum*) feltétlen a kevert kőrisligetekhez sorozhatjuk, meg-egyező ökológiájuk és majdnem azonos összetételük alapján. Boros listái kizárólagosan flóralisták, pl. a halápi lápról (amelyet tévesen tőzeglápnek mond) közölt felsorolásban (146. o.) a nyírláp növényeit összekeveri a tőle km-ekre fekvő kőrisliget és a láprétek elemeivel. Számos nyír-

ségi erdőről adott leírása mégis fogalmat ad a kérdéses erdők flórájáról, florisztikai adatai pedig igen megbízhatók.

A táblázatban az A—D. jelzésű kolumnákban a gyakoriság (abundancia) és borítás (dominancia) együttes értékelése, a Fr. jelzésűekben az egy vagy egy területen lévő állományokban megállapított állandóság (azaz frekvenciasűrűség), a K. jelzésűekben az egész Nyírség minden elemzett állományára vonatkoztatott állandóság (konstancia), végül az F. jelzésűekben a szövetkezethez való hűség (fidelitas, karakterfajok) értékeit adom a Braun-Blanquet-féle skála alapján, mint eddigi dolgozataimban is tettem. A *Quercetum umbrosum* táblázatában az egész Nyírségre vonatkozólag 4 oszlop közül az elsőben (Fr.) a különböző erdőkben tett kvadrát-felvételek folytán kapott sűrűségértékeket közli, ami a kérdéses fajnak az egyes erdőkben való lokális állandóságát, míg a második (A—D.) a borítás-fok váltakozását az összes felvételekben, a harmadik (K.) ugyancsak az összes állományokra vonatkoztatott állandóságot mutatja. Ugyanezen táblázatban felvettem — *-gal jelezve — kivételesen néhány irodalmi adatot is, amely növényekről kétségtelen, hogy ebben az asszociációban voltak találhatóak. Különben minden adat és számérték csak saját felvételeinkből származik.

A nyírségi erdőtípusokról igen röviden már a magyarországi erdőtípusokról írt összefoglalásomban (Erd. Kís. 1934. 95.) megemlékeztem, teljes felsorolásuk a kevert kőrsligetek, a nyír- és fűzlápok jellemző fajkombinációinak összeállításával együtt — mint előzetes közlemény — az 1936 szeptemberében Magyarországon tartott erdészeti kísérleti intézetek kongresszusának kiadványaként németül jelent meg. Magyar ugyanitt megjelent munkája (Buchen- und Eichenwaldtypen in Ungarn) az összes nyírségi erdőtípusokat mint *Quercus robur*-erdőket említi. A *Ligustrum-Cornus sanguinea* cserjésszintű *Convallaria*-típus lényegében azonos az általam említett *Convallaria-Polygonatum* típussal.

1. *Quercetum roboris tibiscense* (Q. *tiliosum argenteae*).

1. a) Q. *roboris umbrosum* (*convallariosum*). Kocsányos tölgyesek, zárt, árnyas állományok.

Konstansok (Pr. 4—5): *Quercus robur*, *Corylus avellana*, *Pirus piraster*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa dasyphylla*, *Evonymus europaea*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Sambucus nigra*, *Rubus caesius*, továbbá: *Dactylis glomerata*, *Poa nemoralis*, *Brachypodium silvaticum*, *Agropyrum caninum*, *Asparagus officinalis*, *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Urtica dioica*, *Polygonum dumetorum*, *Stellaria media*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Ranunculus ficaria*, *Draba verna*, *Sedum maximum*, *Geum urbanum*, *Astragalus glycyphyllos*, *Vicia sepium*, *Viola tricolor s. l.*, *Peucedanum oreoselinum*, *Pulmonaria mollissima*, *Glechoma he-*

deraceum, *Melampyrum nemorosum* (*praec. debreceniense*), *Galium aparine*, *Lactuca Chaixii*.

Subkonstans 53 (Pr. 3) faj.

Karakterfajok. I. rendű (F. 4—5), azaz a *Q. roboris umbrosum* subasszociáció karakter- és differenciális fajai:

Rosa dumetorum, *Prunus avium*, *P. padus* (*spontan?*), *Berberis vulgaris*, *Cornus mas* (*spontan?*), továbbá: *Clematis vitalba*, *Cystopteris fragilis**, *Phegopteris dryopteris*, *Nephrodium spinulosum**, *Asplenium trichomanes* (*adventiv?*), *Polypodium vulgare* (*adventiv?*), *Ophioglossum vulgatum*, *Melica altissima*, *Bromus ramosus* incl. *B. Benekeni*, *Carex divulsa*, *Luzula multiflora**, *Arum maculatum*, *Bulbocodium vernum*, *Allium oleraceum*, *Muscari botryoides*, *Crocus variegatus*, *Cephalanthera rubra*, *Rumex obtusifolius*, *Stellaria holostea*, *Corydalis cava*, *Thalictrum simplex*, *Trifolium strepens*, *T. medium*, *Vicia cassubica*, *V. dumetorum*, *V. pisiformis***, *Lathyrus silvester*, *L. niger*, *Geranium phaeum*, *Viola suavis*, *V. Riviniana*, *V. montana*, *V. elatior*, *Epilobium lanceolatum*, *Aethusa cynapium*, *Peucedanum alsaticum*, *Pirola rotundifolia*, *Monotropa hypopitys*, *Vinca minor***, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Lamium maculatum*, *Dipsacus pilosus***, *Verbascum thapsiforme*, *Veronica pseudochamaedrys*, *Knautia arvensis* ssp. *rosea*, *Campanula rapunculoides*, *Senecio nemorensis*, *Lactuca quercina*, *Hieracium pratenses*, *H. sabaudum*.

A *-gal jelzett fajok a *Betuletum pendulae*, a **-gal jelzettek a *Carpinetum* állományaiban is fellépnek. A *Polypodiaceák* az ültetett *Pinus silvestris*-állományokra is jellemzők, előfordulásuk a *Quercetum roboris umbrosum*-ban részben másodlagos (erdőárkokban adventivek), a *Polystichumok* csak adventivek.

II. rendű karakterfajok (F. 3) vagy a *Quercion roboris* asszociáció-csoport közös karakterfajai (Verbandscharakterarten), vagy a *Quercetum roboris umbrosum*-nak a *Fraxineto-Ulmetum*-mal közös jellemző elemei, azaz a *Quercion* és a *Salicion* közös karakterfajai.

A *Quercion roboris* nyírségi csoport-karakterfajai:

Loranthus europaeus, *Athyrium filix femina**, *Pteridium aquilinum**, *Carex pallescens*, *Luzula pallescens*, *Gagea pratensis*, *G. pusilla*, *Asparagus officinalis*, *Platanthera bifolia*, *Lychnis coronaria*, *Viscaria vulgaris*, *Silene nutans*, *S. vulgaris*, *Dianthus armeria*, *D. glabriusculus*, *Clematis recta*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Th. minus*, *Draba nemorosa*, *Turritis glabra*, *Cardamine impatiens**, *Sedum maximum*, *Saxifraga bulbifera*, *Fragaria elatior*, *Potentilla alba*, *P. recta*, *Genista elata*, *Cytisus nigricans*, *C. ratisbonensis*, *C. pseudo-Rochelii*, *Trifolium alpestre*, *Vicia tenuifolia*, *Lathyrus latifolius*, *Geranium sanguineum*, *Dictamnus albus*, *Viola cyanea*, *Torilis anthriscus*, *Anthriscus silvester**, *Peucedanum cervaria*, *P. oreoselinum*, *Laserpitium pruthenicum*, *Lithospermum officinale*, *Teucrium chamaedrys*,

Scutellaria hastifolia, *Nepeta pannonica*, *Origanum vulgare*, *Veronica officinalis**, *V. dentata*, *V. spuria* (foliosa), *Digitalis ambigua*, *Melampyrum cristatum*, *M. bihariense*, *Campanula glomerata*, *C. cervicaria*, *C. rapunculus*, *C. bononiensis*, *C. persicifolia*, *Inula hirta*, *I. salicina* s. l., *Solidago virgaurea*, *Erigeron ramosus* (adventiv), *Senecio integrifolius*, *Echinops multiflorus*, *Carlina brevibracteata*, *Hypochaeris maculata*, *Hieracium cymosum*, *H. umbellatum* etc.

Ezen fajok egyrésze inkább a *Quercetum roboris umbrosum*ban, másrésze inkább a *Q. r. stepposum*ban otthonos (v. ö. A—D. és K. értékeiket a két táblázatban, eszerint nyertek egyikben vagy másikban 3 hűségértéket). A *-gal jelzett fajok hiányoznak a *Q. r. stepposum*ban, de a *Q. r. umbrosum*on kívül a *Betuletum*ban és a *Carpinetum*ban is előfordulnak.

A *Quercetum roboris*, ill. a *Quercion* és a *Fraxinetum*, ill. a *Salicion* közös nyírségi karakterfajai:

Carpinus betulus, *Corylus avellana*, *Ulmus scabra*, *U. levis*, *Malus silvestris*, *Pirus piraster*!, *Acer tataricum*!, *Staphylea pinnata*, *Evonymus verrucosa*, *Rhamnus cathartica*, *Tilia argentea*, *T. cordata*, *Fraxinus excelsior*, továbbá *Viscum album*, *Cucubalus baccifer*, *Vitis silvestris*, *Hedera helix*, -*Nephrodium filix mas*, *Milium effusum*, *Melica picta*, *Poa nemoralis*!, *Festuca gigantea*, *Brachypodium silvaticum*!, *Agropyrum caninum*, *Carex contigua*!, *C. Pairaei*, *C. Michellii*, *C. silvatica*, *Colchicum autumnale*, *Scilla bifolia*, *Majanthemum bifolium*, *Polygonatum officinale*!, *P. latifolium*!, *P. multiflorum*!, *Convallaria majalis*!, *Helleborine latifolia*, *Platanthera chlorantha*, *Neottia nidusavis*, *Moehringia trinervia*, *Anemone ranunculoides*, *Actaea spicata*, *Ranunculus auricomus*, *Astragalus glycyphyllos*!, *Vicia sepium*!, *Geranium divaricatum*, *Euphorbia angulata*, *Viola mirabilis*, *V. silvestris*, *Epilobum montanum*, *Circaea lutetiana*, *Chaerophyllum temulum*!, *Heracleum sphondylium*, *Primula veris*!, *Pulmonaria molissima*!, *Myosotis sparsiflora*, *Ajuga reptans*, *Glechoma hirsutum*, *Galeopsis pubescens*, *Salvia glutinosa*, *Stachys silvaticus*, *Clinopodium vulgare*, *Scrophularia nodosa*!, *Veronica chamaedrys*!, *V. hederifolia*!, *Melampyrum nemorosum* (praec. debreceniense!), *Asperula odorata*, *Galium verum*, *G. rubioides*, *G. cruciatum*!, *Carduus crispus*, *Centaurea indurata*, *Arctium pubens*, *Lapsana communis*, *Lactuca Chaixii*!, *Mycelis muralis* etc.

A felsorolt fajok részben csak a *Q. roboris umbrosum* és a *Fraxinetum-Ulmetum* közös elemei, így a *Q. r. stepposum*ban hiányoznak (tehát a *Q. r. umbrosum*nak a *Q. r. stepposum*mal szemben differenciális fajainak tekinthetők), részben mindhárom növényközösség közös fajai, utóbbiakat 1-lel jelöltem.

Típusok. 1. *Asperula odorata* (inkább a *Carpinetum*okban és a *Q. roboris hygrophilum*ban).

2. *Convallaria majalis*-*Polygonatum latifolium* (elterjedt).

3. *Salvia glutinosa-Stachys silvaticus* (elterjedt).
4. *Poa nemoralis* (gyakori).
5. *Agropyrum canium-Brachypodium silvaticum* (gyakori).
6. *Lithospermum purpureo-coeruleum* (ritka).
7. *Pteridium aquilinum* (inkább a *Betuletum pendulae*ban, gyakran másodlagos).

8. *Urtica dioica* (közönséges kultúrfacies).
9. *Rubus caesius* (kül. a *Q. r. hygrophilumban*) szociációk.
10. *Senecio nemorensis* (csak Nyiregyháza).

A tavaszi aszpektusban a domináló fajok szerint helyenként a következő faciesek különböztethetők meg:

- Ranunculus ficaria* (elterjedt).
Lamium purpureum (gyakori, kultúrfacies).
Anemone ranunculoides (ritka).
Corydalis cava (ritka).

Quercetum roboris umbrosum (convallariosum) szociációi. (Debrecen: Nagyerdő.)

1. *Convallaria majalis-Polygonatum latifolium* szoc.

Konstansok (Fr. 4–5): *Quercus robur* 3–5, *Corylus* 1–2, *Acer campestre*, *Ligustrum* 1–2, *Polygonatum latifolium* 2–4, *Convallaria* 1–3, *Urtica dioica*, *Alliaria*, *Geum urbanum*, *Geranium Robertianum*, *Glechoma hederaceum*, *Stachys silvaticus*, *Galium aparine*.

Subkonstansok (Fr. 3): *Ulmus glabra*, *Crataegus monogyna*, *Humulus lupulus*, *Brachypodium silvaticum*, *Agropyrum caninum*, *Carex divulsa*, *Arum maculatum*, *Polygonatum multiflorum*, *Chelidonium*, *Viola cyanea*, *Salvia glutinosa*, *Arctium lappa*.

2. *Salvia glutinosa-Stachys silvaticus* szoc.

Konstansok (Fr. 4–5): *Quercus robur* 2–5, *Corylus*, *Ulmus glabra* 1–3, *Ligustrum*, *Arum maculatum*, *Polygonatum latifolium*, *Urtica dioica*, *Alliaria*, *Geum urbanum*, *Geranium Robertianum*, *Viola mirabilis*, *Glechoma hederaceum*, *Stachys silvaticus* 1–3, *Salvia glutinosa* 2–4, *Galium aparine*.

Subkonstansok (Fr. 3): *Crataegus monogyna*, *Acer campestre*, *A. tataricum*, *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra*, *Humulus lupulus*, *Milium effusum* 1–2, *Brachypodium silvaticum*, *Convallaria*, *Moehringia trinervia*, *Chelidonium*, *Circaea lutetiana*, *Torilis anthriscus*, *Pulmonaria mollissima*, *Arctium lappa*.

Lokálisan dominans (1 felvétel): *Milium effusum*, *Carex silvatica*.

3. *Poa nemoralis* szoc.

Konstansok (Fr. 4–5): *Quercus robur* 2–4, *Corylus avellana* 1–3, *Crataegus monogyna*, *Acer campestre* 1–3, *Ligustrum* 1–3, *Poa nemoralis* 2–4, *Brachypodium silvaticum*, *Agropyrum caninum*, *Polygonatum latifolium* 1–2, *Convallaria* 1–2, *Urtica dioica*, *Alliaria*, *Fragaria vesca* 1–2, *Geum urbanum*, *Astragalus glycyphyllos*, *Geranium Robertianum*, *Stachys silvaticus*.

Subkonstansok (Fr. 3): *Ulmus glabra*, *Pinus piraster*, *Frangula alnus*, *Cornus sanguinea*, *Humulus lupulus*, *Dactylis glomerata* 1–2, *Carex divulsa*, *Polygonatum multiflorum* 1–2, *Polygonum dumetorum*, *Moehringia trinervia*, *Chelidonium*, *Chaerophyllum temulum*, *Conium maculatum*, *Pulmonaria mollissima*, *Glechoma hederaceum* 1–2, *Melampyrum debreceniense* 1–2, *Galium aparine*, *G. mollugo*, *Arctium lappa*.

4. *Agropyrum caninum-Brachypodium silvaticum* szoc.

Konstansok (Fr. 4–5): *Quercus robur* 4–5, *Corylus*, *Ulmus glabra* 1–2, *Acer campestre*, *Sambucus nigra*, *Brachypodium silvaticum*, *Agropyrum caninum* 1–3, *Carex divulsa*, *Arum maculatum*, *Urtica dioica*, *Geum urbanum*, *Geranium Robertianum*, *Salvia glutinosa*, *Galium aparine*, *Arctium lappa*.

Subkonstansok (Fr. 3): *Crataegus monogyna*, *Rubus caesius*, *Ligustrum*, *Dactylis glomerata*, *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria*, *Alliaria*, *Viola mirabilis*, *Circaea lute-tiana*, *Chaerophyllum temulum*, *Glechoma hederaceum*, *Galeopsis pubescens* 1–2, *Stachys silvaticus*.

5. *Lithospermum purpureo-coeruleum* szoc.

Összetétele: *Quercus robur* 5, *Ulmus glabra*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rubus caesius*, *Cornus sanguinea* 2, *Ligustrum* 1–3, *Sambucus nigra*, *Humulus lupulus*, *Poa nemoralis*, *Festuca gigantea*, *Brachypodium silvaticum*, *Carex Pairaei*, *Polygonatum multiflorum*, *Polygonum dumetorum*, *Geum urbanum*, *Astragalus glycyphyllos*, *Chaerophyllum temulum*, *Lithospermum purpureo-coeruleum* 3–5, *Galeopsis pubescens*, *Galium aparine*.

Felvétel: kb. 90, a következő erdőkől: Nagyerdő Debrecen mellett (1. oszlop, 3×20 kvadrátfelvétel), Szentgyörgyerdő, Hajdúböszörményi erdő, Monostori erdő Debrecen—Józsa mellett, Savóskút-erdő Hajdúsámson és Hajdúhadház között, Hajdúhadházi erdők inkl. Bocskay-kert és Cse-reerdő, Guth-erdő (Külsőguth) Nyírmártonfalva, ill. Nyíracsad mellett, Bagaméri erdő (Szentannapusztánál), erdőrészek Nagycsere (Cserepeserdő, Martinka stb.) és Haláp (Pipóhegy, Kalánhegy) területén, valamint Bánkon, mind Debrecentől keletnek, Pacerdő Debrecentől délre, Mikepércs és Sáránd, valamint Hajdúbagos és Hosszúpályi erdei, Nyíregyházai erdő, Királytelki erdő, Nagyerdő Nyírbaktánál, Kispircsei erdő Nyírbátor és Pircse között, Csonkáserdő Nyírbátor felé, Bátorliget erdei, Fényi erdő (Körmei erdő) Bátorliget és Mezőfény közöt, Teremi erdő és Bodvai erdő Pusztateremnél, Csereerdő Penészlek és Szaniszló között, Pálcaerdő Tor-nyospálca mellett stb.

A fajok összes száma, az akcidentális idegen és ruderalis fajokon kívül, kb. 360 edényes növény.

1. b) *Quercetum roboris stepposum (festucetosum)*. Pusztai erdők, laza, parkerdőszerű állományok, ritkábban zárt tölgyesek, aljnövényzete *Festucetum sulcatae*.

Konstansok (Pr. 4–5): *Quercus robur*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Anthoxanthum odoratum*, *Avenastrum pubescens*, *Koeleria gracilis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca sulcata*, *Carex praecox*, *C. caryophylla*, *Luzula campestris*, *Asparagus officinalis*, *Rumex acetosa*, *Stellaria media*, *S. graminea*, *Viscaria vulgaris*, *Dianthus Pontederiae*, *Pulsatilla hungarica*, *Ranunculus ficaria*, *R. polyanthemus*, *Thalictrum minus*, *Th. aquilegifolium*, *Draba verna*, *Sedum maximum*, *Saxifraga bulbifera*, *Potentilla arenaria*, *P. argentea*, *Filipendula hexapetala*, *Genista elata*,

Cytisus cinereus, *Trifolium montanum*, *T. alpestre*, *Astragalus glycyphyllos*, *Geranium sanguineum*, *Hypericum perforatum*, *Viola tricolor* s. l., *Seseli annuum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Cynanchum vincetoxicum*, *Pulmonaria mollissima*, *Teucrium chamaedrys*, *Nepeta pannonica*, *Stachys recta*, *Origanum vulgare*, *Thymus serpyllum*, *Verbascum lychnitis*, *Veronica chamaedrys*, *Melampyrum debreceniense*, *Valeriana officinalis*, *Knautia arvensis*, *Campanula rotundifolia*, *Achillea millefolium-collina*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Centaurea axillaris*, *Leontodon hispidus*.

Subkonstans (Pr. 3): 60 faj.

Karakterfajok I. rendű (F. 4—5): *Hierochloë odorata*, *Avenastrum pratense*, *Melica transsilvanica*, *Allium sphaerocephalum*, *Anthericum ramosum*, *Iris arenaria*, *Gladiolus paluster*, *Orchis militaris*, *Thesium intermedium*, *Viscaria vulgaris*, *Pulsatilla hungarica*, *Anemone silvestris*, *Ranunculus illyricus*, *Arabis hirsuta*, *Saxifraga bulbifera*, *Potentilla rubens*, *Cytisus pseudo-Rochelii*, *Trifolium ochroleucum*, *T. pannonicum*, *Hypericum montanum*, *Helianthemum ovatum*, *Bupleurum pachnospermum*, *Libanotis montana*, *Euphrasia stricta*, *Scabiosa canescens*, *Centaurea axillaris*, *Crepis praemorsa*.

II. rendű karakterfajok vagy az előbbivel (I. ott), vagy a *Festucion sulcatae* gyeprétjeivel azonosak.

Facies: *Anthoxanthum odoratum*—*Hierochloë odorata*—*Poa pratensis angustifolia*—*Molina coerulea major*—*Carex praecox*.

Felvétel kb. 25, a következő erdőkből (lásd fenn): Nagyerdő, Monostori erdő, Bagaméri, Hajdúböszörményi és Hajdúhadházi erdők, Haláp és Nagycsere (12 állomány), Pac, Sárándi és Hajdúbagosi erdők, Nyíregyházi erdő, Bátorliget, Fényi erdő, Csereerdő.

A fajok összes száma — mint fenn — kb. 315 edényes növény.

2. **Carpinetum betuli.** Gyertyánosok, rendszeren az árnyas tölgyesek gyertyános állományai, amelyekben *Asperula odorata* facies uralkodik. A *Quercetum roboris tibiscense umbrosum* konszociációjául is tekinthető.

Összetétele (Nyírbakta és Ófehértó erdeinek 5 felvétele alapján, amelyek azonban a konstansok megállapítására még nem elégségesek):

Carpinus betulus (A—D: 2—4), *Quercus robur* (1—2), *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Acer campestre*, *Ligustrum vulgare*, *Clematis vitalba*, továbbá *Athyrium filix femina*, *Nephrodium filix mas*, *Pteridium aquilinum*, *Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium silvaticum*, *Carex silvatica*, *Asparagus officinalis*, *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Iris hungarica*, *Platanthera bifolia*, *Helleborine latifolia*, *Neottia nidus-avis*, *Urtica dioica*, *Moehringia trinervia*, *Silene nutans*, *Ranunculus ficaria*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Corydalis solida* (2), *Alitaria officinalis*, *Cardamine impatiens*, *Dentaria bulbifera*, *Geum urbanum*,

Fragaria vesca, *Astragalus glycyphyllos*, *Vicia pisiformis*, *Geranium Robertianum*, *Viola silvestris*, *V. mirabilis*, *Circaea lutetiana*, *Sanicula europaea*, *Chaerophyllum temulum*, *Vinca minor*, *Pulmonaria mollissima*, *Prunella vulgaris*, *Salvia glutinosa*, *Stachys silvaticus*, *Glechoma hederaceum*, *Galeopsis pubescens*, *Scrophularia nodosa*, *Digitalis ambigua*, *Veronica officinalis*, *V. hederifolia*, *Melampyrum debreceniense*, *Asperula odorata* (2—3), *Galium cruciatum*, *Dipsacus pilosus*, *Lapsana communis*, *Lactuca Chaixii*, *Mycelis muralis*.

Differenciális fajok a *Q. r. umbrosum*mal szemben:

Corydalis solida, *Dentaria bulbifera*, *Sanicula europaea*, *Vinca minor*, kvantitatíve az *Asperula odorata*.

3. *Betuletum pendulae*. Nyíresek.

Megfogyatkozott reliktumállományok vagy azok sarjai, ökológiailag és florisztikailag majd a *Quercetum roburis umbrosum*hoz, majd a *Q. r. stepposum*hoz állanak közel, így a következő felsorolásban is mindkét növényşövetkezet jellemző fajából találunk.

Összetétele:

Betula pendula (A—D: 3—5), *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus**, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa dasyphylla*, *Acer tataricum*, *Frangula alnus*, *Rhamnus cathartica*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum opulus*, *Polygonum dumetorum*, *Cucubalus baccifer*, továbbá *Nephrodium filix mas*, *N. spinulosum**, *Athyrium filix femina**, *Pteridium aquilinum*, *Cystopteris fragilis**, *Chrysopogon gryllus*, *Anthoxanthum odoratum* (—3), *Avenastrum pubescens*, *Dactylis glomerata*, *Briza media*, *Festuca sulcata* (—3), *F. pratensis*, *F. gigantea**, *Poa pratensis angustifolia* (—3), *P. nemoralis*, *Brachypodium silvaticum* (—3), *Carex praecox*, *C. contigua*, *C. pallescens**, *C. Michellii*, *Luzula campestris*, *L. multiflora**, *Majanthemum bifolium**, *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Asparagus officinalis*, *Helleborine latifolia**, *Neottia nidus avis**, *Urtica dioica* (—3), *Polygonum minus*, *P. hydropiper*, *Rumex acetosa*, *Stellaria aquatica*, *Moehringia trinervia**, *Lychnis flos cuculi*, *Viscaria vulgaris*, *Silene vulgaris*, *S. nutans*, *Clematis recta*, *Ranunculus auricomus**, *R. polyanthemos*, *Alliaria officinalis*, *Cardamine impatiens*, *Rubus idaeus*, *Potentilla argentea*, *P. erecta*, *P. rubens*, *Geum urbanum*, *Filipendula hexapetala*, *Fragaria vesca*, *Genista elata*, *Cytisus ratisbonensis*, *Trifolium montanum*, *T. alpestre*, *Astragalus glycyphyllos*, *Vicia sepium*, *Hypericum perforatum*, *Viola hirta*, *V. silvestris*, *Circaea lutetiana*, *Torilis anthriscus*, *Chaerophyllum temulum*, *Pimpinella saxifraga*, *Seseli annuum*, *Peucedanum cervaria*, *P. oreoselinum* (2), *Laserpitium pruthenicum*, *Heracleum sphondylium*, *Symphytum officinale*, *S. tuberosum**, *Pulmonaria mollissima*, *Lithospermum officinale*, *Ajuga reptans**, *A. genevensis*, *Scutellaria*

hastifolia, *Galeopsis pubescens*, *G. tetrahit*, *Stachys officinalis*, *S. silvaticus*, *Clinopodium vulgare*, *Verbascum lychnitis*, *Scrophularia nodosa*, *Veronica chamedrys*, *V. officinalis*, *V. dentata*, *Digitalis ambigua*, *Melampyrum debreceniense*, *Plantago media*, *Asperula odorata** (F: 3), *Galium vernum*, *G. cruciatum*, *G. aparine*, *Valeriana officinalis*, *Knautia arvensis*, *Campanula patula*, *C. rotundifolia*, *Achillea millefolium*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Lapsana communis*, *Leontodon hispidus*, *Mycelis muralis*, *Hieracium Bauhini*, *H. pratense**, *H. umbellatum*.

Karakterfaj I. rendű a *Betuletumban* nincsen. A *-gal jelzett fajok csak a tornyospálcai erdő százados állományában fordulnak elő, ezek általában a *Quercetum roboris umbrosum* jellemző növényei (F: 3), a *Symphytum tuberosum* kivételével, amely a Nyírségen különben csak a *Fraxinet-Ulmetumban* él.

Típusok. A *Quercetum roboris umbrosum* típusai: 1. *Asperula odorata* (Tornyospálca). 2. *Brachypodium silvaticum*. 3. *Urtica dioica* (mint kultúrfacies).

A *Q. r. stepposum* típusai: 4. *Anthoxanthum odoratum*. 5. *Poa pratensis angustifolia*. 6. *Festuca sulcata* szociációk.

Felvételek: 8. Tornyospálca: Pálca-erdő, Bagaméri erdő, Nyírbátor: Csonkás-erdő, Debrecen: Haláp (a. Vámspércs felé, b. „Pípóhegy”), Guth-erdő.

Az állományok javarésznének fragmentum volta a konstansok megállapítását nem tette lehetővé.

4. **Salicetum mixtum.** Kevert füzések. A Tisza mentének jellegzetes és gazdag kevert fűz (nyár-, tölgy-) ligetei a Nyírségen csak igen töredékesen alakultak ki, nagyobb folyóvizek hiányában. Felvételek hiányoznak.

5. **Alnetum glutinosae.** Égeresek. A füzésekhez hasonlóan alárendelt szerepük van a Nyírségen az égerligeteknek is, a felvett 3 kis, erősen kultúrabefolyásolt állomány (Savóskút, Kispiricse és Pusztaterem erdeiben) alapján a következő facieseket állapítottam meg:

1. *Rubus caesius* (elterjedt).
2. *Urtica dioica* (mint kultúrfacies).
3. *Bidens tripartitus* (helyenként dominans).

Összetétele: a *Fraxinet-Ulmetumnak* kevésbé igényes elemeiből, karakterfajok nélkül. Így:

Salix cinerea, *Ulmus glabra*, *Frangula alnus*, *Rubus caesius*, *Equisetum arvense nemorosum*, *Brachypodium silvaticum*, *Agropyrum caninum*, *Festuca gigantea*, *Carex hirta*, *Polygonum hydropiper*, *P. minus*, *Stellaria media*, *S. aquatica*, *Urtica dioica*, *Geum urbanum*, *Epilobium montanum*, *Circaea lutetiana*, *Hypericum acutum*, *Torilis anthriscus*, *Angelica silvestris montana*, *Pulmonaria mollissima*, *Glechoma hederaceum*, *Galeopsis*

pubescens, *Lycopus europaeus*, *Stachys paluster*, *Origanum vulgare*, *Solanum dulcamara*, *Valeriana officinalis*, *Galium palustre*, *Senecio barbarei-folius* etc.

6. Fraxineto-Ulmetum. Kevert kőrisligetek. Idesorozandók a nedvesligetes tölgyállományok (*Quercetum roboris hygrophilum*) mint átmenet a *Q. r. umbrosum*hoz.

Konstansok (K: 4—5): *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra*, *Quercus robur*, *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Rubus caesius*, továbbá *Convallaria majalis*.

Subkonstansok (K: 3): *Populus tremula*, *Crataegus monogyna*, *Acer campestre*, *Frangula alnus*, *Viburnum opulus*, *Carex remota*, *Polygonatum multiflorum*, *Listera ovata*, *Aegopodium podagraria*, *Galium aparine*.

Karakterfajok I. rendű (F: 4—5): *Acer platanoides*, *Equisetum hiemale*, *Carex brizoides*, *C. montana*, *C. digitata*, *C. pilosa*, *C. remota*, *Allium ursinum*, *Lilium martagon*, *Paris quadrifolius*, *Leucojum aestivum*, *Listera ovata*, *Helleborine varians*, *Gladiolus imbricatus*, *Asarum europaeum*, *Isopyrum thalictroides*, *Ranunculus cassubicus*, *Dentaria bulbifera*, *Mercurialis perennis*, *Euphorbia amygdaloides*, *E. polychroma*, *Aegopodium podagraria*, *Sium lancifolium*, *Oenanthe banatica*, *Pimpinella major*, *Pulmonaria officinalis*, *Symphytum tuberosum*, *S. tanaicense*, *Melittis melissophyllum*, *Lamium galeobdolon*, *Scrophularia alata*, *Lathraea squamaria*, *Campanula trachelium*, *Adenophora liliifolia*, *Centaurea jacea* × *indurata*.

Karakterfajok II. rendű (F: 3), közös jellemző fajok az *Alnionnal* vagy a *Quercetum roboris umbrosum*mal, nagyobb dominanciával: *Populus tremula*, *Ulmus scabra*, *U. levis*, *Staphylea pinnata*, *Acer tataricum*, *Vitis silvestris*, *Tilia cordata*, *Viburnum opulus*, *Hedera helix*, továbbá *Milium effusum*, *Melica picta*, *Carex silvatica*, *Scilla bifolia*, *Majanthemum bifolium*, *Rumex sanguineus*, *Trollius europaeus*, *Anemone ranunculoides*, *Ranunculus auricomus*, *Geranium palustre*, *Heracleum sphondylium*, *Ajuga reptans*, *Asperula aparine*, *A. odorata*, *Carduus crispus*, *Arctium pubens*.

(V. ö. a *Quercion* és *Salicion* közös karakterfajainak felsorolását, o.)

Konszociációk: *Populus tremula* és *Ulmus glabra* állományok.

Típusok: 1. *Carex acutiformis* (Haláp, Bátorliget, Fényi erdő, 8 felvétel).

2. *C. remota* (Bátorliget, Fényi erdő, 4 felvétel).

3. *C. brizoides* (u. ott, 2 felvétel).

4. *Rubus caesius* (Haláp, Nagycsere, Bátorliget, Fényi erdő, 4 felvétel).

5. *Convallaria majalis*, de rendszeren *Polygonatum latifolium* nélkül (elterjedt különösen a *Q. r. umbrosum* felé hajló átmeneti állományokban; Haláp, Bátorliget, Fényi erdő, 8 felvétel).

6. *Hedera helix* (mint az előbbi, különösen *Q. r. hygrophilumban*, Bátorliget, 3 felvétel).

6. a) *Asperula odorata* (csak a *Q. r. hygrophilumban*, 1 felvétel u. ott).

7. *Allium ursinum* (u. ott, 2 felvétel).

8. *Asarum europaeum* (u. ott, 1 felvétel).

9. *Aegopodium podagraria* (u. ott, 3 felvétel) szociációk.

Felvételek: 35 állomány, részletezésük a faciesek szerint.

A fajok összes száma, az akcidentális idegen fajokon kívül kereken 160, azokkal együtt kb. 190.

7. *Betuletum pendulae-pubescentis* (*salicosum pentandrae*). Nyírlápligetek. Bátorliget festői nyíresei, a Nyírség legérdekesebb fás növényközössége.

Konstansok (K: 4–5): *Betula pendula*, *Nephrodium thelypteris*, *Caltha palustris*, *Peucedanum palustre*, *Angelica silvestris*, *Valeriana officinalis*, *Eupatorium cannabinum*.

Subkonstansok (K: 3): *Betula pubescens*, *Salix cinerea*, *Frangula alnus*, *Calystegia sepium*, *Solanum dulcamara*, *Agrostis alba*, *Urtica dioica*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Stachys paluster*, *Mentha aquatica*, *Galium palustre*.

Karakterfajok I. rendű (F: 4–5): *Betula pubescens*, *Salix pentandra*, *Trollius europaeus*, *Geranium palustre*.

II. rendű (F: 3): *Nephrodium thelypteris*, *Calamagrostis canescens*, *Carex pseudocyperus*, *C. vesicaria*, *Peucedanum palustre*, *Angelica palustris*, *Ligularia sibirica*.

Facies: *Nephrodium thelypteris* (7 felvétel) -*Calamagrostis canescens* (1 felvétel), mint Bátorligeten.

A fajok összes száma kb. 90, az akcidentális elemek nélkül 70.

8. *Salicetum cinereae* (*calamagrostidosum canescentis seu phragmitosum*) incl. *Betuleto-Salicetum cinereae*. Fűzlápligetek.

Konstansok (K: 4–5): *Salix cinerea*, *Nephrodium thelypteris*, *Calamagrostis canescens*, *Phragmites vulgaris*, *Carex Hudsonii*, *Lythrum salicaria*, *Lycopus europaeus*, *Galium palustre*.

Subkonstansfajok (K: 3): *Equisetum palustre*, *Carex acutiformis*, *Iris pseudacorus*, *Caltha palustris*, *Angelica silvestris*, *Menyanthes trifoliata*, *Mentha aquatica*, *Valeriana officinalis*.

Karakterfajok I. rendű (F: 4–5): *Salix aurita* (lokálisan — Nyír-bakta — codominans), *Calamagrostis canescens*, *Carex diandra*, *C. para-*

doxa, *Helleborine palustris*, *Stellaria palustris*, *Comarum palustre*, *Cicuta virosa*, *Menyanthes trifoliata*, *Ligularia sibirica*.

II. rendű (F: 3): *Salix cinerea*, *S. rosmarinifolia* (lokálisan — Penészlek „Pecestő” — codominans), *Betula pubescens*, *Asperula aparine*, *Equisetum limosum*, *Nephrodium thelypteris*, *Carex inflata*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium palustre*, *Epilobium palustre*, *Peucedanum palustre*, *Angelica palustris*, *Gentiana pneumonanthe*, *Lycopus exaltatus*, *Chrysanthemum uliginosum*.

Facies: A cserjeszintben ill. a felső gypeszintben uralkodnak: *Salix cinerea*, *Calamagrostis canescens* (ritkán hiányzik) és *Phragmites vulgaris*, az alsó gypeszintben *Nephrodium thelypteris* és *Carex Hudsonii*, ritkábban (Haláp, Debrecen—Hajdúsámson közti láp) *Carex paradoxa*.

Konszociáció: *Betuleto-Salicetum* (Haláp), lombkoronaszinttel, amelyben *Betula pendula* és *Populus tremula* uralkodnak. Aljnövényzetében a *Carex paradoxa* facies. A halápi láp így három növényuszövetkezet asszociációkomplexe, a *Betuletum pendulae*, a *Salicetum cinereae* és a *Caricetum paradoxae*.

Felvételek: 15 állomány éspedig

Debrecen: Haláp (2 állomány, 1. és 2. oszlop) Debrecen és Hajdúsámson között (3.), Nyirpilis és Újtanya között: „Gánás” (4.), Újtanya mellett: „Tekeredő” és „Cselenice” (5., 6.), Nagymohos-tó, Kállósején mellett (7.), a Pecestőnél Penészlek mellett (2 állomány: 8., 9.), Penészlek mellett (10.), Bátorliget és Zsuzsánnamajor között (11.), Bátorligeten (12.), Nyirbakta mellett (2 állomány: 13., 14.) és fragmentum Hosszúpályi mellett (15. oszlop).

A fajok összes száma kb. 115, ill. az akcidentálisok nélkül 90.

A *Betuletum pendulae-pubescentis* és a *Salicetum cinereae* karakterfajainak együttese adja a láperdők, az *Alnion glutinosae* asszociációcsoport nyírségi karakterfajait.

A nyír- és fűzlápok további alkotó elemei a mocsári, lápréti és — kis mértékben — ligeti vegetáció, tehát a *Phragmition*, *Magnocaricion*, *Molinion* és *Salicion* fajaiból kerülnek ki.

Kultúrerdők:

9. *Robinietum pseudacaciae*. Akácok.

Részletes vizsgálatunk tárgyát nem képezték. Akácaink florisztikai típusairól Magyar Pál tanulmánya lesz hivatva képet adni.

Faciesek: *Anthriscus trichosperma* (tavasszal), *Bromus sterilis*, *Poa pratensis angustifolia* etc.

10. *Pinetum silvestris*. Erdeifenyvesek.

Aljnövényzetük, bár teljesen másodlagos, érdekes összetételt mutat (v. ö. Boros flóraműve 161—163.), különösen a téglási és nyirbakta—

korhányerdei állományok, míg Nyirvasvári, Fényi erdő, Tornyospálca stb. környékén az erdeifenyvesek szegények. A gazdag moha és páfrányflóra leginkább a lengyelországi eredetű *Pinus silvestris* ültetvényekben található. Uralkodó facies a *Hylocomium proliferum*. Érdekes adventív elemek: *Phytolacca americana* (pl. Téglás), *Pirola rotundifolia*, *Erechtites hieracifolia* (Nyirbakta).

Összetétele — az akcesszorikus gyomok és egyéb akcidentális fajok nélkül — *Cystopteris fragilis*, *Nephrodium filix mas* (A—D: 1—3), *N. spinulosum*, *Polystichum lobatum* (ritka), *Athyrium filix femina*, *Asplenium trichomanes*, *Pteridium aquilinum*, *Polypodium vulgare*, *Equisetum arvense nemorosum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Dactylis glomerata*, *Poa nemoralis*, *Brachypodium silvaticum*, *Asparagus officinalis*, *Muscari comosum*, *Convallaria majalis*, *Polygonatum multiflorum*, *Urtica dioica* (1—3), *Rumex acetosella*, *Stellaria media*, *Moehringia trinervia*, *Silene nutans*, *Cucubalus baccifer*, *Chelidonium majus* (—2), *Ranunculus polyanthemus*, *Cardamine impatiens*, *Geum urbanum*, *Astragalus glycyphyllos*, *Geranium divaricatum*, *G. Robertianum* (—2), *Oxalis stricta*, *Dictamnus albus*, *Euphorbia cyparissias*, *Hypericum perforatum*, *Epilobium montanum*, *Viola silvestris*, *V. arvensis*, *Circaea lutetiana*, *Chaerophyllum temulum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Cynoglossum hungaricum*, *Myosotis arvensis*, *M. sparsiflora*, *Glechoma hederaceum*, *Leonurus cardiaca*, *Stachys silvaticus*, *S. rectus*, *Galeopsis pubescens*, *Salvia glutinosa*, *Verbascum phlomoides*, *Veronica chamaedrys*, *V. officinalis*, *Galium cruciatum*, *G. verum*, *G. aparine*, *Asperula odorata*, *A. cynanchica*, *Bryonia alba*, *Arctium lappa*, *Carlina brevibracteata*, *Centaurea indurata*, *Mycelis muralis* (—2), *Hieracium pilosella*, *H. Bauhini*, a fák közül szálanként *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, kúszik a *Humulus*.

A szekundér növényösszetétel II. rendű karakterfajaiul tekinthetők a páfrányok, *Cardamine impatiens*, *Veronica officinalis*, *Mycelis muralis* etc. és az adventívek.

Az egyes erdei asszociációk összetételének felsorolásainál mellőztem a mohák és zuzmók felemlítését. Míg egyes állományokban ezek is a felvételek tárgyát képezték, másutt mellőztettek, különösen a szórványosabb és így szociológiailag alárendeltebb fajok. A következő táblázatokban is ugyanezen okból mellőztem őket, mert sem az állandóság, sem a hűség szempontjából nem elégségesek megfigyeléseink. Erre vonatkozólag tehát felvételeink még kiegészítendők.

Quercetum roboris convallariosum.

(Q. r. umbrosum.)

		Nagyerdő		Nyírség			
		A—D	Fr.	Fr.	A—D	K	F
MM	Quercus robur	2—5	5 (2)	4—5	2—5	5	3
MM	Populus tremula	1—2	1	1—2	1—2	3	2
MM	P. alba	1	1	1—2	1	2	2
MM	P. canescens			1	1	1	2
M	Salix caprea		*	1	1	1	2
MM	Carpinus betulus	1	1	1	1	2	2—3
M	Corylus avellana	1—2	3	2—4	1—3	4	2
MM	Betula pendula			1	1	2	2
MM	Ulmus glabra	1—3	3	1—3	1—3	3	2
MM	U. scabra	1	1	1	1	1	3
MM	U. levis	1	1	1	1	1	3
M	Berberis vulgaris	1	1	1	1	1	5
M-MM	Pirus piraster	1	2	1—2	1	4	2
M	Malus silvestris	1	1	1	1	1	3
M	Crataegus monogyna	1—2	4	3—5	1—2	5	2
M	Rosa dumetorum	1	1	1	1	1	4
MM	Prunus avium	1—3	2	1—2	1—3	1	4
MM	P. padus			1	1	1	5 spontan?
M	P. spinosa dasyphylla	1	1	1—3	1	4	2
M	Evonymus europaea	1	2	1—2	1—2	4	2
M	E. verrucosa	1	2	1	1	1	3
M	Staphylea pinnata	1	1	1	1—2	1	3
MM	Acer campestre	1—3	4	1—4	1—3	3	2
M	A. tataricum	1	2	1—3	1—2	2	3
M	Rhamnus cathartica	1	1	1	1	2	2
M	Frangula alnus	1	1	1	1	3	2
MM	Tilia cordata			1—2	1	1	3
MM	T. argentea	1—3	1	1—2	1—3	2	3
M	Cornus mas	1	1	1	1	1	5 spontan?
M	C. sanguinea	1—2	3	1—3	1—2	5	2
MM	Fraxinus excelsior			1—2	1	2	2
M	Ligustrum vulgare	1—3	4	1—4	1—3	5	2
M	Sambucus nigra	1	3	1—3	1—2	4	2
M	Viburnum opulus	1	1	1—2	1	2	2
MM	Robinia pseudacacia	1	1	1	1	1	— culta
E	Viscum album			1	1	1	2
E	Loranthus europaeus	1	2	1—2	1	2	2
H	Humulus lupulus	1	2	1—3	1	3	2
Th	Polygonum dumetorum	1	2	1—3	1	4	2
H	Cucubalus baccifer	1	1	1	1	3	3
H-E	Clematis vitalba		*	1	1	1	4
H	Rubus caesius	1	2	1—3	1—2	4	2
H	Vicia dumetorum	1	1	1	1	1	5
H	V. pisiformis	1	1	1	1	2	4

		Nagyerdő		Nyírség			
		A—D	Fr.	Fr.	A—D	K	F
N-Ch	<i>Hedera helix</i>			1—2	1—3	1	2
H	<i>Vitis silvestris</i>		*	*1	*1	*1	*2
H	<i>Cystopteris fragilis</i>	1	1	1	1	2	4 p. p. adv.
G	<i>Phegopteris dryopteris</i>			1	1	1	5
H	<i>Nephrodium filix mas</i>	1	1	1—2	1	3	3
H	<i>N. spinulosum</i>		*	1	1	1	4
H	<i>Polystichum lobatum</i>			1	1	1	— adventiv?
H	<i>P. lonchitis</i>			*1	*1	*1	— adventiv?
H	<i>Athyrium filix femina</i>	1	1	1	1	2	3
H	<i>Asplenium trichomanes</i>			1	1	1	4 p. p. adv.
H	<i>Polypodium vulgare</i>			1	1	1	4 p. p. adv.
G	<i>Pteridium aquilinum</i>		*	1—3	1—2	3	3
G	<i>Ophioglossum vulgatum</i>			1	1	1	4
G	<i>Equisetum arvense</i> var. <i>nemorosum</i>			1	1	1	2
G	<i>E. Moorei</i>		*	1	1	2	2
H	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1—2	2	1—2	1—2	3	2
H	<i>Milium effusum</i>	1—2	1	1	1—2	1	2—3
H	<i>Holcus lanatus</i>	1	1	1	1	2	2
H	<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	1	1	1	1—2	2 p. p. adv.
G	<i>Melica picta</i>			1	1	1	3
H	<i>M. altissima</i>		*	*1	*1	*1	*5
H	<i>Molina coerulea major</i>	1	1	1—2	1—2	2	2
H	<i>Dactylis glomerata</i>	1—2	2	1—3	1—2	2	2
H	<i>Poa pratensis</i>	1	1	1—2	1	3	2
H	<i>P. trivialis</i>	1	1	1	1	1	2
H	<i>P. nemoralis</i>	1—4	3	1—3	1—4	3—4	3
H	<i>Festuca sulcata</i>	1	1	1	1	1	1
H	<i>F. gigantea</i>	1	1	1	1	3	3
H	<i>Bromus ramosus</i>		*	1	1	1	5
H	<i>B. Benekeni</i>			1	1	1	5
H	<i>B. inermis</i>	1	1	1	1	1	2
Th	<i>B. sterilis</i>	1	1	1—2	1	1	1
H	<i>Brachypodium silvaticum</i>	1—3	3	1—4	1—3	5	3
H	<i>Agropyrum caninum</i>	1—2	4	1—4	1—3	4	3
H	<i>Carex contigua</i>	1	1	1	1—2	3	3
H	<i>C. Pairaei</i>			1	1	1	3
H	<i>C. divúlsa</i>	1	3	1—3	1	2	5
G	<i>C. praecox</i>			1	1	1	1—2
H	<i>C. pallescens</i>	1	1	1	1	1	2
G	<i>C. caryophyllea</i>	1	1	1	1	1	2
H	<i>C. silvatica</i>	1—2	1	1	1—2	1	2
H	<i>C. Michellii</i>	1	1	1	1	2	3
G	<i>Arum maculatum</i>	1	3	1—3	1	3	4
H	<i>Luzula campestris</i>	1	1	1—2	1	2	2
	incl. <i>L. multiflora</i>			1	1	1	4

	Nagyerdő		Nyírség			
	A—D	Fr.	Fr.	A—D	K	F
H <i>L. pallescens</i>			1	1	2	3
G <i>Bulbocodium vernum</i>	1	1	1—3	1—2	2	4
G <i>Colchicum autumnale</i>			1	1—2	1	2—3
G <i>Gagea pratensis</i>	1	1	1—2	1	2	2
G <i>G. pusilla</i>	1—2	2	1—2	1—2	1	2
G <i>Allium oleraceum</i>	1	1	1	1	2	4
G <i>A. scorodoprasum</i>	1	1	1	1	1	1—2
G <i>Scilla bifolia</i>	1—2	1	1—2	1—2	2	3
G <i>Ornithogalum umbellatum</i>	1	1	1—2	1	2	1—2
G <i>O. Boucheanum</i>	1	2	1—2	1	2	1
G <i>Muscari botryoides</i>		*	1	1—3	2	4
G <i>Asparagus officinalis</i>	1	1	1—2	1	4	2
G <i>Majanthemum bifolium</i>			1	1	1	2
G <i>Polygonatum officinale</i>	1	1	1—3	1	2—3	2—3
G <i>P. latifolium</i>	1—5	3	1—3	1—5	3	3
G <i>P. multiflorum</i>	1—2	3	1—3	1—2	4	3
G <i>Convallaria majalis</i>	1—3	3	1—4	1—4	5	3
G <i>Iris arenaria</i>	1	1	1	1	1	2
G <i>I. hungarica</i>		*	1—2	1—2	3	3
G <i>Crocus variegatus</i>			1—2	1—2	1	4
G <i>Platanthera bifolia</i>	1	1	1—2	1	2—3	3
G <i>P. chlorantha</i>			1	1	1	3
G <i>Helleborine latifolia</i>	1	1	1	1	2	3
G <i>Listera ovata</i>			1	1	1	2
G <i>Neottia nidusavis</i>	1	1	1	1	2	3
G <i>Cephalanthera rubra</i>			1	1	1	5
Th <i>Cannabis sativa</i>	1	1	1	1	1	2 subspont.
H <i>Urtica dioica</i>	1—4	5	1—5	1—4	4	1—2
H <i>Aristolochia clematitis</i>	1	1	1	1	1	1—2
H <i>Rumex sanguineus</i>			1	1	1	2
H <i>R. obtusifolius</i> s. lato	1	1	1	1	1	4
H <i>R. crispus</i>			1	1	1	2
H <i>R. acetosa</i>			1—2	1	1	2
Th <i>Polygonum minus</i>	1	1	1	1	1	2
Th <i>P. hydropiper</i>	1	1	1	1—2	2	2
Th <i>Stellaria media</i>	1—2	2	1—3	1—2	4	1—2
H <i>S. graminea</i>	1	1	1—2	1	2	2
Ch <i>S. holostea</i>	1—2	1	1	1—2	1	5
Ch <i>S. aquatica</i>	1	1	1	1	1	2
H <i>Cerastium caespitosum</i>	1	1	1	1	1	2
Th <i>Holosteum umbellatum</i>	1	1	1—2	1	1	1—2
Ch <i>Sagina procumbens</i>		*	1	1	1	2
Th <i>Moehringia trinervia</i>	1—2	2	1—2	1—2	3	3
H <i>Viscaria vulgaris</i>	1	1	1	1	2	2
H <i>Silene vulgaris</i>	1	1	1—2	1	3	2
H <i>S. nutans</i>	1	1	1—2	1	3	2
H <i>Lychnis coronaria</i>	1	1	1	1	2	2

	Nagyerdő			Nyírség			
	A—D	Fr.	Fr.	A—D	K	F	
Th <i>Melandryum album</i>	1	2	1—3	1	2	1	
H <i>Dianthus armeria</i>	1	1	1	1	2—3	3	
H <i>D. Pontederæ</i>			1	1	1	1—2	
H <i>D. glabriusculus</i>			1	1	1	2	
H <i>Actæa spicata</i>	1	1	1	1	1	3	
H <i>Pulsatilla hungarica</i>			1	1	1	1—2	
G <i>Anemone ranunculoides</i>	3	1	1	1—3	1	3	
H <i>Clematis recta</i>			1	1	1	2	
H <i>Ranunculus ficaria</i>	1—3	3	1—3	1—4	4	2	
H <i>R. polyanthemos</i>	1	1	1—2	1—2	3	2	
H <i>R. auricomus</i>			1	1	1	2	
H <i>Thalictrum minus</i>	1	1	1—2	1	3	2	
H <i>Th. simplex</i>			1	1	1	5	
H <i>Th. lucidum</i>			1	1	1	2	
H <i>Th. aquilegiifolium</i>	1	1	1—2	1	4	3	
H <i>Adonis vernalis</i>			1	1	1—2	1—2	
G <i>Corydalis cava</i>	2—4	1	1	2—4	1	5	
H <i>Chelidonium majus</i>	1	2	1	1	1	1	
H <i>Alliaria officinalis</i>	1—3	4	1—2	1—3	3	2	
H <i>Isatis tinctoria</i>	1	1	1	1	1	?	
Th <i>Cardamine impatiens</i>	1	1	1	1	1	3	
Th <i>Draba verna</i>	1—3	3	1—3	1—3	4	2	
Th. <i>D. nemorosa</i>	1	1	1	1	2	2	
H <i>Turritis glabra</i>	1	1	1	1	2—3	2	
H <i>Sedum maximum</i>	1	1	1—2	1	4	2	
H <i>Saxifraga bulbifera</i>		*	1	1	2—3	2	
H <i>Fragaria vesca</i>	1—2	2	1—2	1—2	3	2	
H <i>F. elatior</i>	1	1	1	1	1—	2	
H <i>Potentilla alba</i>			1	1	2	3	
H <i>P. recta</i>	1	1	1	1	2	3	
H <i>P. argentea</i>	1	1	1	1	2	2	
H <i>Geum urbanum</i>	1—2	5	2—5	1—3	5	2	
H <i>Filipendula hexapetala</i>			1	1	1—	2	
H <i>Agrimonia eupatoria</i>	1	1	1	1	1—	2	
H <i>Genista elata</i>	1	1	1—2	1	3	2—3	
N <i>Cytisus ratisbonensis</i>	1	1	1—2	1	3	2	
N <i>C. pseudo-Rochelii</i>	1	1	1	1	1	2	
N <i>C. nigricans</i>			1	1	1	2—3	
Th <i>Trifolium campestre</i>			1	1	2	2	
Th <i>T. strepens</i>		*	*1	*1	*1	*4	
H <i>T. montanum</i>			1	1	2	2	
H <i>T. alpestre</i>	1	1	1—2	1	3	2	
H <i>T. medium</i>			1	1	1	4	
H <i>T. pratense</i>	1	1	1	1	1	2	
Th <i>T. diffusum</i>	1	1	1	1	1	1—2	
H <i>Lotus corniculatus</i>			1	1	1	2	
H <i>Astragalus cicer</i>	1	1	1	1	1	2—3	

	Nagyerdő		Nyírség			
	A—D	Fr.	Fr.	A—D	K	F
H <i>A. glycyphyllus</i>	1—2	2	1—2	1—2	4	2
H <i>Coronilla varia</i>	1	1	1	1	2	2
Th <i>Vicia hirsuta</i>	1	1	1	1	1—	2
Th <i>V. tetrasperma</i>			1	1	1	2
H <i>V. cassubica</i>			1	1	1	5
H <i>V. cracca-tenuifolia</i>			1	1	2	2
H <i>V. sepium</i>	1—2	1	1—2	1—2	3—4	2
Th <i>V. lathyroides</i>			1	1	1—	2
H <i>Lathyrus pratensis</i>			1	1	1—	2
H <i>L. latifolius</i>			1	1	1	2
H <i>L. silvester</i>			1	1	1	4
H <i>L. niger</i>		*	1	1	1	5
H <i>Geranium phaeum</i>	1	1	1	1	1	5
H <i>G. sanguineum</i>			1—2	1	1—	2
Th <i>G. divaricatum</i>	1	1	1	1	2	3
Th <i>G. Robertianum</i>	1	4	1—4	1—2	2	2
H <i>Polygala comosum</i>	1	1	1	1	1	2
H <i>Dictamnus albus</i>			1	1	1—2	2—3
H <i>Euphorbia villosa</i>			1	1	2	2
H <i>E. angulata</i>			1	1	1	3
H <i>E. salicifolia</i>			1	1	1	1—2
Th <i>E. cyparissias</i>	1	1	1—2	1	2	1—2
H <i>Lavatera thuringiaca</i>	1	1	1—2	1	2	2
H <i>Hypericum perforatum</i>	1	1	1—3	1—2	3	2
H <i>Viola cyanea</i>	1	2	1—2	1	2	2
H <i>V. suavis</i>			1	1	1	5
H <i>V. odorata</i>		*	*1	*1	*1	?
H <i>V. hirta</i>	1	1	1—2	1	2	2
H <i>V. mirabilis</i>	1	2	1—2	1	2	3
H <i>V. silvestris</i> (incl. <i>nemorosa</i>)	1	1	1—2	1	2	3
H <i>V. Riviniana</i>	1—2	2	1—2	1—2	1	5
H <i>V. canina</i>		*	*1	*1	*1	2
H <i>V. montana</i>		*	1	1	2	4
H <i>V. elatior</i>			1	1	1	4
Th <i>V. tricolor</i> s. l.	1—2	2	1—2	1—2	4	2
H <i>Epilobium montanum</i>			1	1	2	3
H <i>E. lanceolatum</i>			1	1	1	5
H <i>Chamaenerion angustifolium</i>		*	1	1	1	2
H <i>Oenothera biennis</i>	1	1	1—2	1	2	2
H <i>Circaea lutetiana</i>	1—2	2	1—2	1—2	3	3
H <i>Chaerophyllum temulum</i>	1	2	1—2	1—2	3	3
H <i>Ch. bulbosum</i>	1	1	1	1	1	1—2
H <i>Anthriscus silvester</i>			1	1	1	3
Th <i>A. trichospermus</i>	1—2	1	1—2	1—2	2	2
H <i>Torilis anthriscus</i>	1	1	1	1	2	2
H <i>Conium maculatum</i>	1	2	1—2	1	1	2
Th <i>Aethusa cynapium</i>	1	1	1	1	1	4

	Nagyerdő		Nyírség			
	A—D	Fr.	Fr.	A—D	K	F
H <i>Angelica silvestris</i>			1	1	1	2
H <i>Peucedanum cervaria</i>			1	1	1	2
H <i>P. alsaticum</i>		*	1	1	1	4
H <i>P. oreoselinum</i>	1	1	1—2	1—3	4	2
Th-H <i>Seseli annuum</i>			1	1	1	1—2
H <i>Pastinaca sativa</i>			1	1	2	2
H <i>Heracleum sphondylium</i>	1	1	1—2	1	1	2
H <i>Laserpitium pruthenicum</i>			1	1	1	3
H <i>Pirola rotundifolia</i>			1	1	1	5
G <i>Monotropa hypopitys</i>			1	1	1	5
H <i>Primula veris</i>	1	1	1—2	1	3	3
Ch <i>Lysimachia nummularia</i>			1	1	1	2
Th <i>Centaurium umbellatum</i>	1	1	1	1	1	2
Th <i>C. pulchellum</i>			1	1	1	2
Ch <i>Vinca minor</i>			1	1	1	4
H <i>Cynanchum vincetoxicum</i>	1	1	1—2	1	3	2
Th <i>Cuscuta europaea</i>	1	1	1	1	1	2
H <i>Cynoglossum hungaricum</i>			1	1	2	2
Th <i>Asperugo procumbens</i>			1	1	1	2
H <i>Symphytum officinale</i>			1	1—2	1	1—2
H <i>Pulmonaria mollissima</i>	1	3	1—3	1—2	5	3
Th <i>Myosotis arvensis</i>	1	1	1—2	1	2	2
Th <i>M. sparsiflora</i>	1—2	2	1—2	1—2	1	3
H <i>Lithospermum officinale</i>			1	1	1	2
H <i>L. purpureo-coeruleum</i>	2	1	1	2—4	1	5
H <i>Cerinthe minor</i>	1	1	1	1	2	1—2
H <i>Ajuga reptans</i>			1	1	1	3
H <i>A. genevensis</i>	1	1	1	1	2	2
Ch-N <i>Teucrium chamaedrys</i>			1—2	1	2	2
H <i>Scutellaria hastifolia</i>	1	1	1—2	1	3	2
H <i>Nepeta cataria</i>			1	1	1	2
H <i>N. pannonica</i>	1	1	1	1	2	2
H <i>Glechoma hederaceum</i>	1—3	3	1—3	1—2	4	2
H <i>G. hirsutum</i>						3
H <i>Prunella vulgaris</i>	1	1	1—2	1	3	2
Th <i>Galeopsis pubescens</i>	1—2	2	1—2	1—2	3	3
H <i>Lamium album</i>	1	1	1	1—2	2	2
H <i>L. maculatum</i>		*	1	1	1	4
Th <i>L. purpureum</i>	1	2	1—3	1—2	2	1—2
H <i>Leonurus cardiaca</i>	1	1	1	1—2	2	1—2
Ch-H <i>Ballota nigra</i>	1	1	1	1	1	1—2
H <i>Stachys officinalis</i>	1	1	1—2	1	3	2
H <i>S. silvaticus</i>	1—2	3	1—3	1—2	3	3
H <i>S. germanicus</i>			1	1	1	1—2
H <i>Salvia pratensis</i>			1	1	2	2
H <i>S. glutinosa</i>	1—3	3	1—3	1—3	2	3
H <i>Clinopodium vulgare</i>	1	1	1—2	1	3	2

	Nagyerdő			Nyírség		
	A—D	Fr.	Fr.	A—D	K	F
H <i>Origanum vulgare</i>	1	1	1—2	1	3	2
Ch <i>Thymus serpyllum</i> s. l.			1	1	2	2
H <i>Verbascum phoeniceum</i>			1	1	1	2
H <i>V. blattaria</i>			1	1	1	2
H <i>V. phlomoides</i>			1	1	1	1—2
H <i>V. thapsiforme</i>	1	1	1	1	1	3—4
H <i>V. lychnitis</i>	1	1	1—3	1	3	2
H <i>V. nigrum</i>	1	1	*1	1	2—3	2
H <i>Scrophularia nodosa</i>	1	1	1—2	1	2—3	2—3
Ch <i>Veronica chamaedrys</i>	1—2	2	1—3	1—2	3	2
Ch <i>V. officinalis</i>	1	1	1	1	1	3
H <i>V. dentata</i>			1	1	1	2
H <i>V. pseudochamaedrys</i>			1	1	1	4
H <i>V. spuria</i> = <i>V. foliosa</i>			1	1	1	2
H <i>V. maritima</i>			1	1	1	2
H <i>V. spicata</i>			1	1	2	2
H <i>V. orchidea</i>			1	1	1	2
H <i>V. serpyllifolia</i>	1	1	1	1	1	2
Th <i>V. hederifolia</i>	1—2	2	1—2	1—2	2	2
H <i>Digitalis ambigua</i>			1—2	1	2	2—3
Th <i>Melampyrum cristatum</i>		*	1	1	1	2
Th <i>M. nemorosum</i> s. l.	1	1	1—3	1—3	4	3
(<i>praec. debreceniense</i>)						
Th <i>M. bihariense</i>			1	1	1	3
G <i>Orobancha ramosa</i>			1	1	1	2
G <i>Asperula odorata</i>			1—2	1	1	3
Th <i>Galium aparine</i>	1	3	1—3	1—2	5	2
H <i>G. vernum</i>			1	1	1	2
H <i>G. cruciatum</i>	1—2	1	1—2	1—2	3	2
H <i>G. boreale</i>			1	1	1	2
H <i>G. rubioides</i>			1	1	1	2
H <i>G. mollugo</i>	1	1	1—2	1	3	2
H <i>Sambucus ebulus</i>	1	1	1	1	1—2	1—2
H <i>Valeriana officinalis</i>	1	1	1—2	1	3	2
Th <i>Valerianella locusta</i>	1	1	1	1	1	1—2
H <i>Dipsacus pilosus</i>	1	1	1	1	1	4
H <i>Knautia arvensis</i>	1	1	1—2	1	2	2
H <i>K. arvensis</i> ssp. <i>rosea</i>			1	1	1	5
H <i>Campanula patula</i>		*	1	1	1	2
H <i>C. glomerata</i>		*	1	1	1	2
H <i>C. cervicaria</i>		*	1	1	1	2
H <i>C. rapunculoides</i>			1	1	1	4
H <i>C. bononiensis</i>			1	1	1	3
H <i>C. rapunculus</i>	1	1	1—2	1	2	2
H <i>C. persicifolia</i>			1	1	1—2	3
H <i>C. rotundifolia</i>	1	1	1—2	1	3	2
H <i>Solidago virgaurea</i>		*	1	1	2	2
H <i>Erigeron ramosus</i>	1	1	1	1	1	2

	Nagyerdő		Nyírség			
	A—D	Fr.	Fr.	A—D	K	F
Th E. canadensis	1—2	1	1	1—2	1	1
H Inula salicina s. l.		*	1	1	2	2
H I. hirta		*	1	1	1	2
Th Galinsoga parviflora	1	1	1	1	1	1
H Achillea millefolium	1	1	1—2	1	2	2
H Chrysanthemum leucanthemum			1—2	1	2	2
H Artemisia campestris			1	1	1	2
H A. pontica			1	1	1	2
H Senecio integrifolius	1	1	1	1	2	2
H S. jacobaea			1	1	1	2
H S. tenuifolius	1	1	1	1	1	2
H S. nemorensis			1—4	2	1	5
H Echinops multiflorus			1	1	1	2
H Serratula tinctoria			1	1	1	2
H Carlina brevibracteata			1	1	1	2
H Arctium lappa	1	2	1—2	1	2	2
H A. tomentosum	1	1	*1	1	1	2
H A. pubens	1	1	1	1	1	3
H Carduus crispus	1	1	1	1	1	3
H Cirsium lanceolatum	1	1	1	1	1	1—2
H Centaurea axillaris			1	1	1	2
H C. pannonica			1	1	1	2
H C. indurata s. l.	1	1	1	1	2	3
H C. scabiosa			1	1	2	2
H C. spinulosa		*	1	1	2	2
Th Lapsana communis	1	2	1—2	1	3	3
H Hypochaeris maculata			1	1	1	2
H Leontodon hispidus	1	1	1	1	2—3	2
H Taraxacum officinale	1	2	1—2	1	2	1—2
H Mycelis muralis			1	1	1	2—3
H Lactuca Chaixii	1	1	1—2	1	3	3
H L. quercina		*	1	1	1	3
Th Crepis setosa	1	1	1	1	1	1—2
H Hieracium pilosella			1	1	1	2
H H. Bauhini			1	1	1	2
H H. pratense			1	1	1	4
H H. cymosum			1	1	1	2
H H. umbellatum			1—2	1	2	2
H H. sabaudum			*1	*1	*1	*4

Accidenter: *Populus nigra*, *Calystegia sepium*, *Solanum dulcamara*, *Briza media* (*Carex pilosa*, *C. remota*), *Veratrum album*, *Anthericum ramosum* (*Allium ursinum*), (*Lilium martagon*), (*Paris quadrifolia*), (*Gladiolus imbricatus*), *Thesium intermedium*, *Polygonum persicaria* (*Anemone silvestris*), *Ranunculus illyricus* (*R. cassubicus*), *Thalictrum galioides*, *Sedum boloniense*, *Potentilla erecta*, *P. arenaria*, *Vicia angustifolia*, *Geranium pusillum* (*Euphorbia amygdaloides*), *E. esula* (*Hypericum montanum*), *Viola Kitaibeliana*, *Pimpinella saxifraga*, *Selinum carvifolia* (*Aegopodium podagraria*), *Andro-*

sace elongata, *Cuscuta epiphyllum*, *C. arvensis*, *Myosotis collina*, *Lithospermum arvense*, *Galeopsis tetrahit* (*Melittis melissophyllum*), *Stachys rectus*, *Satureja acinos*, *Verbascum austriacum*, *Linaria vulgaris*, *Veronica arvensis*, *Asperula cynanchica*, *Galium pedemontanum*, *Anthemis tinctoria*, *Tanacetum vulgare*, *Senecio doria*, *Hypochaeris radicata*, *Scorzonera purpurea*, *Crepis praemorsa*, *Hieracium auriculoides*.

() tantum in Bátorliget.

Bryophyta: *Madotheca platyphylla*, *Dicranum scoparium**, *Orthotrichum* fajok, kül. *O. speciosum*, *Bryum caespiticium*, *B. capillare*, *Rhodobryum roseum*, *Mnium cuspidatum**, *M. undulatum*, *Catharinaea undulata* (konstans), *Polytrichum juniperinum*, *P. attenuatum**, *Leskea polycarpa*, *Thuidium abietinum*, *Pylaiea polyantha**, *Brachythecium salebrosum*, *B. rutabulum*, *B. velutinum*, *Scleropodium purum*, *Eurhynchium striatum*, *E. Swartzii*, *Amblystegium serpens*, *Hypnum cupressiforme* (konstans), *H. (Pleurozium) Schreberi*, *Rhytidiadelphus triqueter**, *Plagiothecium silesiacum* etc.

A *-gal jelzettek az elterjedtebb fajok. Az állandóság megállapítása nem lehetséges, miután mohák csak egyes felvételekben vették figyelembe.

Ökológiai összetétel (*Raunkiaer*-féle bioökológiai spektrum) = Ph (MM + M): 10%, E: ½%, N: 1%, Ch: 3%, G: 10½%, H: 64%, Th: 11%.

Szerkezeti összetétel (Konstitutionsspektrum) = K 1: 51%, K 2: 25%, K 3: 15%, K 4: 7%, K 5: 2%.

Quercetum roboris festucetosum sulcatae.

(*Quercetum stepposum*).

		Haláp-Nagycsere		Nyírség		F
		A—D	Fr.	A—D	K	
MM	<i>Quercus robur</i>	2—3	5	2—5	5	2
MM	<i>Populus alba</i>			1—2	2	2
MM	<i>P. tremula</i>			1	2	2
MM	<i>Betula pendula</i>	1	1	1—3	2	2
M	<i>Corylus avellana</i>			1	2	2
MM	<i>Ulmus glabra</i>	1	1	1	2	2
MM	<i>Pirus piraster</i>	1	1	1	2	2
M	<i>Crataegus monogyna</i>	2—4	5	1—4	5	3
M	<i>Rosa canina s. lato</i>			1	1	2
M	<i>Prunus spinosa dasyphylla</i>	1—2	3	1—2	3	3
M	<i>Euonymus europaea</i>	1	1	1	3	2
MM	<i>Acer campestre</i>			1	2	2
M	<i>A. tataricum</i>			1	1	2
M	<i>Rhamnus cathartica</i>			1	1	2
MM	<i>Tilia argentea</i>			1—2	2	2
M	<i>Cornus sanguinea</i>	1	2	1—2	3	2
M	<i>Ligustrum vulgare</i>	2	4	1—3	4	2
M	<i>Sambucus nigra</i>	1	1	1	3	2
H	<i>Humulus lupulus</i>			1	1	2
Th	<i>Polygonum dumetorum</i>	1	1	1	3	2
H	<i>Molinia coerulea major</i>	1	2	1—3	3	3
G	<i>Equisetum arvense</i>			1	2	2
H	<i>Andropogon ischaemum</i>			1	1	1
H	<i>Chrysopogon gryllus</i>			1	1	2 F

	Haláp-Nagycsere		Nyírség		
	A—D	Fr.	A—D	K	F
H Anthoxanthum odoratum	1—2	3	1—3	4	2
G Hierochloë odorata	2	3	2—3	2	4
G Cynodon dactylon	1	1	1	1	1
H Phleum phleoides	1	2	1—2	3	2 F
H Holcus lanatus			1	2	2
H Avenastrum pratense			1	1	4
H A. pubescens	1	1	1	4	3
H Koeleria gracilis	1	2	1—	4	2 F
H Melica transsilvanica			1	2	4
H Briza media			1	2	2
H Dactylis glomerata	1	5	1	4	2
H Poa prat. angustifolia	1—2	2	1—2	3	2
H P. nemoralis	1	1	1	2	2
H Festuca sulcata incl. vallesiaca	1—5	5	2—5	5	2—3 F
H Bromus inermis			1	2	2
Th B. mollis	1	1	1	2	1—2
Th B. tectorum	1	1	1	2	1
Th B. sterilis	1—2	1	1	2	1
H Brachypodium pinnatum			1	2	2
H B. silvaticum	1	2	1	2	2
G Agropyron intermedium			1	2	2
G Carex stenophylla	1	1	1—2	2	2 F
G C. praecox	1—3	3	1—3	4	2—3 F
H C. contigua			1	2	2
H C. pallescens			1	2	3
H C. tomentosa			1	1	2
G C. supina	1	1	1	3	2 F
G C. caryophyllea	1—2	3	1—2	4	3
G Holoschoenus vulgaris	1	1	1	2	2 FF
H Luzula campestris	1—3	3	1—3	4	2
H L. pallescens	1	1	1	1	2
G Gagea pratensis	1—2	2	1—2	3	2—3
G G. pusilla			1	2	2—3
G Allium sphaerocephalum			1	2	4
H Anthericum ramosum	1	1	1	2	4
G Ornithogalum umbellatum	1—2	3	1—2	3	2
G Asparagus officinalis	1	3	1	4	2
G Polygonatum officinale	1	3	1	3	3
G P. latifolium	1	1	1	3	2
G P. multiflorum			1	2	2
G Convallaria majalis	1	1	1	3	2
G Iris arenaria	1	2	1	2	4
G I. hungarica	1	1	1	2	2—3
G Gladiolus paluster			1	1	5
G Orchis militaris	1	2	1	2	4
G O. coriophorus			1	1	5

	Haláp-Nagycsere		Nyírség		
	A—D	Fr.	A—D	K	F
G <i>Platanthera bifolia</i>			1	1	2
H <i>Urtica dioica</i>	1	1	1	2	1—2
H <i>Thesium intermedium</i>			1	2	4
Th <i>Polygonum arenarium</i>	1—2	1	1—2	2	2 FF
H <i>Rumex acetosa</i>	1	3	1	4	2
Th <i>R. acetosella</i>	1	2	1	2	2
Th <i>Kochia arenaria</i> = <i>laniflora</i>	1—2	1	1—2	3	2 FF
Th <i>Stellaria media</i>	1—2	3	1—2	4	1—2
H <i>S. graminea</i>			1	4	2
Ch <i>Cerastium caespitosum</i>	1	1	1	2	2
Th <i>C. semidecandrum</i>			1	2	2 F
Th <i>C. brachypetalum</i>			1	1	2
Th <i>Holosteum umbellatum</i>	1	3	1	3	1—2
Th <i>Arenaria serpyllifolia</i>	1	1	1	2	2
H <i>Lychnis coronaria</i>			1	2	2—3
H <i>Viscaria vulgaris</i>	1	4	1—2	5	4
H <i>Silene otites</i>	1	2	1	3	2 F
H <i>S. vulgaris</i>	1	1	1	3	2
H <i>S. nutans</i>	1	3	1	3	2
H <i>S. multiflora</i>			1	1	2
Th <i>Melandryum album</i>	1	4	1	3	1—2
Th <i>Gypsophila muralis</i>			1	2	2
Th <i>Tunica prolifera</i>	1	1	1	2	2 F
H <i>Dianthus Pontederæ</i>	1	3	1	4	2—3
H <i>D. glabriusculus</i>	1	1	1	1	2—3
H <i>D. armeria</i>			1	2	2
H <i>Pulsatilla patens</i>			1	1	2
H <i>P. grandis</i>			1	1	2
H <i>P. hungarica</i>	1—2	2	1—3	4	4
G <i>Anemone silvestris</i>			1	2	4
H <i>Clematis recta</i>	1	1	1	2	3
H <i>Ranunculus ficaria</i>	1—2	2	1—2	4	2
H <i>R. polyanthemus</i>	1	4	1	4	2
H <i>R. acer</i>			1	2	2
H <i>R. illyricus</i>			1	2	4
H <i>Thalictrum minus</i>	1	2	1	4	3
H <i>Th. aquilegifolium</i>	1	2	1	4	3
H <i>Adonis vernalis</i>			1	2	2
Th <i>Fumaria Schleicheri</i>			1	1	1
Th <i>Thlaspi perfoliatum</i>			1	2	2
Th <i>Sisymbrium altissimum</i>	1	1	1	2	2
H <i>Alliaria officinalis</i>	1	3	1	2	1—2
Th <i>Draba verna</i>	1—2	2	1—2	4	2
Th <i>D. nemorosa</i>	1	2	1	2	2
Th <i>Arabidopsis Thaliana</i>	1	2	1	2	2
H <i>Arabis hirsuta</i>	1	1	1	2	5
H <i>Turritis glabra</i>	1	1	1	3	2—3

	Haláp-Nagycsere		Nyírség		
	A—D	Fr.	A—D	K	F
H Alyssum Gmelini	1	2	1	2	2 FF
H Berteroa incana			1	2	1—2
H Erysimum diffusum	1	2	1	3	2 F
H Sedum maximum	1	2	1	4	2
Ch S. boloniense	1	1	1—2	2	2—3
Th Saxifraga tridactylites	1	2	1	3	2
H S. bulbifera	1	2	1—3	4	3—4
H Fragaria vesca	1	4	1	3	2
H F. elatior			1	2	3
H Potentilla alba			1	2	3
H P. recta s. lato	1	2	1	2	3
H P. argentea	1	1	1	4	2
H P. rubens	1	1	1—2	2	4
H P. arenaria	1—2	3	1—2	4	2 F
H Geum urbanum	1	4	1	3	2
H Filipendula hexapetala	1	1	1	4	3 F
H Agrimonia eupatoria			1	2	2
H Genista elata	1	1	1—2	4	3
N Cytisus ratisbonensis	1—2	3	1—2	4	3
N C. pseudo-Rochelii			1	2	3—4
N C. nigricans			1	1	2—3
H Ononis hircina			1	1	2
H Medicago falcata			1	1	1
Th Trifolium campestre	1	1	1—2	3	2
H T. montanum	1	1	1	4	3
H T. alpestre	1	3	1	5	3
H T. ochroleucum			1	1	5
H T. pannonicum			1	1	5
H T. pratense			1	2	2
Th T. diffusum			1	2	3
Th T. arvense	1	1	1	2	2
H Lotus corniculatus	1	1	1	2	2
H Astragalus cicer			1	1	2
H A. glycyphyllos	1	2	1	4	2
H Coronilla varia	1	1	1	3	2
Th Vicia lathyroides	1	2	1	2	2
Th V. tetrasperma			1	2	2
Th V. hirsuta			1	1	2
H V. cracca-tenuifolia	1	1	1	2	2
H V. sepium	1	4	1	3	2
Th V. sordida	1	1	1	2	1—2
Th V. angustifolia s. lato	1	1	1	2	2
H Lathyrus latifolius			1	2	2—3
Th Geranium pusillum	1	1	1	2	1—2
Th G. columbinum			1	1	1
Th G. Robertianum	1	2	1	1	2
H G. sanguineum	1—2	4	1—2	4	3

	Haláp-Nagycsere		Nyírség		
	A—D	Fr.	A—D	K	F
H <i>Dictamnus albus</i>	1	1	1—2	2	2—3
H <i>Polygala comosum</i>	1	1	1	3	2
H <i>Euphorbia cyparissias</i>	1	3	1	3	1—2
H <i>E. villosa</i>			1	2	2
H <i>Lavatera thuringiaca</i>			1	2	2
H <i>Hypericum perforatum</i>	1	4	1—2	4	2
H <i>H. montanum</i>			1	1	5
Ch <i>Helianthemum ovatum</i>			1	2	4
H <i>Viola cyanea</i>	1	3	1—2	3	2
H <i>V. hirta</i>	1	2	1	3	2
Th <i>V. tricolor s. lato</i>	1	2	1	4	2
Th <i>V. Kitaibeliana</i>	1	3	1—3	3	2
H <i>Oenothera biennis</i>	1	1	1—2	2	1—2
H <i>Chaerophyllum temulum</i>	1	1	1	2	2
Th <i>Anthriscus trichospermus</i>	1	1	1	2	2
H <i>Torilis anthriscus</i>			1	2	2
Th <i>Bupleurum pachnospermum</i>			1	1	4
H <i>Pimpinella saxifraga</i>	1	2	1	3	2
Th-H <i>Seseli annuum</i>	1	4	1	4	2
H <i>S. varium</i>			1	1	3.
H <i>Libanotis montana</i>			1	1	4
H <i>Peucedanum cervaria</i>	1	1	1	2	2—3
H <i>P. oreoselinum</i>	1	5	1—2	5	3
H <i>Laserpitium pruthenicum</i>			1	1	2
H <i>Primula veris</i>	1	2	1	2	2
Th <i>Androsace elongata</i>			1	2	2—3
Ch <i>Lysimachia nummularia</i>			1	1	1
Th <i>Centaureum umbellatum</i>			1	1	1
H <i>Cynanchum vincetoxicum</i>	1—2	4	1—2	5	3
Th <i>Convolvulus arvensis</i>	1	2	1	2	1—2
H <i>Cynoglossum hungaricum</i>	1	2	1	3	3
H <i>Pulmonaria mollissima</i>	1—2	4	1—2	4	2—3
Th <i>Myosotis micrantha</i>	1	2	1	2	2 FF
Th <i>M. collina</i>	1	2	1	2	2—3
Th <i>M. arvensis</i>	1	2	1	2	2
Th <i>Lithospermum arvense</i>	1	2	1	2	1—2
H <i>L. officinale</i>	1	1	1	2	2
H <i>Anchusa officinalis</i>			1	1	1
H <i>Ajuga genevensis</i>	1	1	1	3	2
N-Ch <i>Teucrium chamaedrys</i>	1	5	1	4	3
H <i>Scutellaria hastifolia</i>	1	1	1	3	2—
H <i>Nepeta pannonica</i>			1	4	3
Ch <i>Glechoma hederaceum</i>	1—2	2	1—2	3	2
H <i>Prunella vulgaris</i>			1	2	2
Th <i>Lamium purpureum</i>	1—2	3	1—3	3	1—2
Th <i>Galeopsis pubescens</i>			1	1	2
H <i>Leonurus cardiaca</i>			1	2	1—2
H-Ch <i>Ballota nigra</i>			1	2	1—2

	Haláp-Nagycsere		Nyírség		
	A—D	Fr.	A—D	K	F
H <i>Stachys rectus</i>	1	2	1	4	2—3
H <i>S. germanicus</i>			1	2	2
H <i>S. officinalis</i>			1	3	2
H <i>Melittis melissophyllum</i>			1	1	1
H <i>Salvia pratensis</i>	1	2	1	3	2
Th <i>Satureia acinos</i>	1	2	1	2	2
H <i>Clinopodium vulgare</i>	1	1	1	3	2
H <i>Origanum vulgare</i>	1	1	1	4	2
Ch <i>Thymus serpyllum</i> s. lato	1—2	2	1—2	4	2
H <i>Verbascum blattaria</i>	1	1	1	1	2
H <i>V. phoeniceum</i>			1	3	2
H <i>V. phlomoides</i>			1	2	1—2
H <i>V. lychnitis</i>	1	2	1	4	2—3
H <i>V. nigrum</i>			1	2	2
H <i>Scrophularia nodosa</i>	1	1	1	2	2
Ch <i>Veronica chamaedrys</i>	1—2	4	1—2	4	2
H <i>V. prostrata</i>			1	1	2
H <i>V. dentata</i>	1	2	1	2	3
H <i>V. spuria</i> = <i>V. foliosa</i>			1	2	3
H <i>V. spicata</i>	1	1	1—2	3	2—3
H <i>V. orchidea</i>			1	2	2—3
H <i>V. incana</i>			1—3	2	3
H <i>V. serpyllifolia</i>			1	1	2
Th <i>V. hederifolia</i>	1	2	1	2	2
Th <i>V. arvensis</i>			1	2	1—2
Th <i>V. triphyllus</i>	1	1	1	2	1—2
Th <i>Melampyrum cristatum</i>			1	2	3
Th <i>M. nemorosum</i> praec. debreceniense	1	3	1—2	5	3
Th <i>M. bihariense</i>			2	1	3
Th <i>Euphrasia stricta</i>	1	1	1	2	2
Th <i>Rhinanthus major</i> s. lato			1	1	2
G <i>Orobanche ramosa</i>			1	1	2
H <i>Digitalis ambigua</i>			1	2	2
H <i>Plantago media</i>			1	1	2
H <i>P. lanceolata</i>	1	1	1	2	2
Th <i>P. indica</i>			1	1	2
H <i>Asperula glauca</i>	1	1	1	2	2—3
H <i>A. cynanchica</i>	1	2	1	2	2 F
Th <i>Galium pedemontanum</i>	1	1	1	3	2
H <i>G. cruciatum</i>	1	1	1—2	3	2
Th <i>G. aparine</i>	1	2	1	3	2
H <i>G. vernum</i>			1	1	2
H <i>G. verum</i>	1	3	1—2	3	2 F
H <i>G. mollugo</i>	1	2	1	3	2
H <i>G. boreale</i>			1	2	2
H <i>Sambucus ebulus</i>			1	1	1
Th <i>Valerianaella locusta</i>	1	2	1	2	1—2
Th <i>Valeriana officinalis</i>	1—2	4	1	4	2—

	Haláp-Nagycsere		Nyírség		
	A—D	Fr.	A—D	K	F
H <i>Scabiosa canescens</i>			1	1	5
H <i>S. ochroleuca</i>	1	1	1	3	2
H <i>Knautia arvensis</i>	1	2	1	4	2
H <i>Campanula glomerata</i>			1	2	2
H <i>C. cervicaria</i>			1	2	2
H <i>C. bononiensis</i>			1	1	2
H <i>C. rapunculus</i>			1	3	2—3
H <i>C. persicifolia</i>			1	2	3
H <i>C. rotundifolia</i>	1	2	1	5	2
H <i>Jasione montana</i>	1	1	1—2	3	2
H <i>Solidago virgaurea</i>	1	1	1	2	2
H <i>Erigeron ramosus</i>			1	2	2
Th <i>E. canadensis</i>	1	1	1	2	1
H <i>Helichrysum arenarium</i>			1	1	1
H <i>Inula hirta</i>			1	2	3
H. <i>I. salicina s. lato</i>	1	1	1	3	3
H <i>Anthemis tinctoria</i>			1	2	3
Th <i>A. ruthenica</i>	1	1	1	2	2 FF
H <i>Achillea Neilreichii</i>			1	2	3
H <i>A. millefolium collina</i>	1—2	3	1—2	4	2
H <i>A. pannonica</i>	1	1	1	2	2
H <i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	1	1	1	3	2
H <i>Artemisia absinthium</i>			1	2	2
H <i>A. campestris</i>	1	1	1—2	3	2
H <i>A. pontica</i>			1	1	2
H <i>Senecio integrifolius</i>	1	2	1	3	3
H <i>S. tenuifolius</i>	1	1	1	3	2—3
H <i>S. jacobaea</i>			1	2	2
H <i>Echinops multiflorus</i>			1	1	2
H <i>Serratula tinctoria</i>			1	2	2
H <i>Carlina brevibracteata</i>			1	2	2—3
H <i>Arctium lappa</i>			1	2	2
H <i>Centaurea pannonica</i>			1	1	2
H <i>C. axillaris</i>	1	1	1	4	4
H <i>C. indurata</i>			1	1	2
H <i>C. rhenana</i>	1	2	1—2	2	2 FF
H <i>C. scabiosa</i>			1	2	2
H <i>C. spinulosa</i>	1	1	1	2	2
H <i>Hypochaeris maculata</i>			1	2	2—3
H <i>H. radicata</i>			1	2	3
H <i>Leontodon autumnalis</i>			1	2	2
H <i>L. hispidus</i>	1	1	1	3	2
H <i>Picris hieracioides</i>			1	1	1
H <i>Chondrilla juncea</i>	1	1	1	3	2 FF
H <i>Tragopogon orientalis</i>			1	2	2
H <i>Scorzonera purpurea</i>	1	1	1	2	3
G <i>S. cana</i>			1	1	1
H <i>Lactuca Chaixii</i>			1	2	2
H <i>Taraxacum corniculatum</i>	1	1	1	2	2

	Haláp-Nagycsere		Nyírség		
	A—D	Fr.	A—D	K	F
H T. officinale	1	2	1	2	1—2
H Crepis praemorsa	1	1	1	2	4
Th C. tectorum	1	2	1	3	1—2
H Hieracium pilosella	1	2	1	2	2
H H. Hoppeanum			1	1	3
H H. Bauhini	1	1	1	2	2
H H. echiioides			1	1	2
H H. auriculoides	1	1	1	1	2
H H. cymosum			1	1	2
H H. umbellatum	1	1	1	3	2

Accidenter: *Andropogon ischaemum*, *Cynodon dactylon*, *Arrhenatherum elatius*, *Carex tomentosa*, *C. Michellii*, *Cerastium brachypetalum*, *Silene multiflora*, *Fumaria Schleicheri*, *Ononis hircina*, *Medicago falcata*, *Astragalus cicer*, *Vicia hirsuta*, *Geranium columbinum*, *Euphorbia angulata*, *Viola canina*, *Heracleum sphondylium*, *Laserpitium pruthenicum*, *Lysimachia nummularia*, *Centaureum umbellatum*, *Anchusa officinalis*, *Galeopsis pubescens*, *Melittis melissophyllum*, *Verbascum blattaria*, *Veronica prostrata*, *V. serpyllifolia*, *Rhinanthus major*, *Orobanche ramosa*, *Plantago indica*, *P. media*, *Galium vernum*, *Sambucus ebulus*, *Helichrysum arenarium*, *Centaurea pannonica*, *C. indurata*, *Picris hieracioides*, *Scorzonera caña* etc.

Bryophyta: kevés! *Ceratodon purpureus*, *Orthotrichum sp.*, *Mnium cuspidatum*, *Catharinaea undulata*, *Thuidium abietinum*, *Hypnum cupressiforme*, *H. Schreberi* etc.

F = a Festucetum sulcatae, FF = a Festuceto-Corynephorum fajai.

Ökológiai összetétel = Ph: 6%, N: 1%, Ch: 2%, G: 9%, H: 62%, Th: 20%.

Szerkezeti összetétel = K 1: 19%, K 2: 45%, K 3: 19%, K 4: 14%, K 5: 3%.

Fraxineto-Ulmetum.

	Haláp-Ncs.		Bátorliget		Fényi e.		Nyírség	
	A—D	Fr.	A—D	Fr.	A—D	Fr.	K	F
MM Fraxinus excelsior	0—3	4	2—5	5	4—5	5	5	3
MM Salix fragilis	1	1	1	1			1	2
M S. cinerea	1	2	1	1			1	2
MM Populus alba incl. canescens	0—2	3	1	1	1	1	2	2
MM P. tremula	0—5	4	1—4	3			3	3
MM Quercus robur	1	5	1—4	4	1—3	3	4	2
MM Carpinus betulus			1	1			1	2
MM Betula pendula					1	1	1	1
M Corylus avellana	1	2	1	4	1	3	4	2
MM Ulmus glabra	1—5	5	1—5	5	1	3	5	2
MM U. scabra					1	2	1	3
MM U. levis			1	1	1—2	3	2	3
MM Pirus piraster					1	1	1	1
MM Malus silvestris					1	1	1	1
M Crataegus monogyna	1	3	1	3	1	3	3	1
M Prunus spinosa dasphylla	1	1					1	1
M Evonymus europaea	1	1	1	1	1	1	1	2
M E. verrucosa			1	1			1	1
M Staphylea pinnata			1	1			1	3

		Haláp-Ncs.		Bátorliget		Fényi e.		Nyírség	
		A—D	Fr.	A—D	Fr.	A—D	Fr.	K	F
MM	<i>Acer campestre</i>			1	3	1	3	2	2
MM	<i>A. platanoides</i>			1	1			1	5
M	<i>A. tataricum</i>			1	2	1—2	4	2	3
M	<i>Rhamnus cathartica</i>		1 1					1	1
M	<i>Frangula alnus</i>		1 3	1	2	1	4	3	2
MM	<i>Tilia argentea</i>			1—3	2	1	1	2	2
MM	<i>T. cordata s. lato</i>			1—4	3			2	3
M	<i>Cornus sanguinea</i>		1—3 4	1	5	1	3	4	2
M	<i>Ligustrum vulgare</i>		1 2	1	1	1	4	3	2
MM	<i>Sambucus nigra</i>		1 1	1	1			1	2
M	<i>Viburnum opulus</i>		2 2	1	3	1	2	3	3
E	<i>Viscum album</i>			1	1			1	2
H	<i>Humulus lupulus</i>		1 4	1	1	1	1	2	2
H	<i>Cucubalus baccifer</i>		1 2	1	1			1	2
H	<i>Vitis silvestris</i>					1	1	1	3
M-Ch	<i>Hedera helix</i>			1—3	3			1	3
H	<i>Calystegia sepium</i>			2	1			1	2
H	<i>Rubus caesius</i>		1—4 5	1—3	3	1—2	3	4	2
N-Ch	<i>Solanum dulcamara</i>			1	1			1	2
G	<i>Nephrodium thelypteris</i>			1—2	1			1	2
H	<i>N. filix mas</i>					1	1	1	1
G	<i>Equisetum arvense nemor.</i>		1 1	1	1			1	2
H	<i>E. hiemale incl. Moorei</i>			1	1			1	4
G	<i>E. palustre</i>		1 1					1	1
H	<i>Milium effusum</i>		1 2	1	2	1	1	2	3
HH	<i>Phragmites vulgaris</i>		1 1					1	1
H	<i>Agrostis alba</i>		1 1	1	1			1	2
H	<i>Melica picta</i>			1	1			1	3
H	<i>Dactylis glomerata</i>		1 1	1	1			1	2
H	<i>Poa trivialis</i>		1 2	1	1			1	2
H	<i>P. nemoralis</i>		1 1	1	1	1—2	3	2	2
H	<i>Festuca gigantea</i>		1 1			1	1	1	2
H	<i>Brachypodium silvaticum</i>			1	1	1	3	2	2
H	<i>Agropyrum caninum</i>		1 3					1	2
HH	<i>Carex acutiformis</i>		1—3 4	1—5	2	1	2	3	2
H	<i>C. brizoides</i>			1—3	1	3	1	1	5
H	<i>C. contigua incl. C. Pairaei</i>			1	1	1—2	2	1	2
H	<i>C. digitata</i>			1	1			1	5
H	<i>C. leporina</i>		1 1					1	1
H	<i>C. Michellii</i>			1	1			1	2
H	<i>C. montana</i>			1	1	1	1	1	4
H	<i>C. pilosa</i>			1—2	3			1	5
H	<i>C. remota</i>			1—4	2	1—5	4	2	5
HH	<i>C. riparia</i>			1—2	1	2	1	1	2
H	<i>C. silvatica</i>		1—3 3	1	1			2	3
HH	<i>C. vulpina</i>		1 2			1	1	1	2
HH	<i>Alisma plantago-aquatica</i>		1 2	1	1			1	2
G	<i>Veratrum album</i>		1 1	1	1	1	2	2	2

	Haláp-Ncs.		Bátorliget		Fényi e.		Nyírség	
	A—D	Fr.	A—D	Fr.	A—D	Fr.	K	F
G Allium ursinum			1—5	2			1	5
G Lilium martagon			1	3	1	1	2	5
G Scilla bifolia			1—2	2			1	2—3
G Majanthemum bifolium			1	3	1	1	2	3
G Polygonatum officinale	1	2					1	2
G P. latifolium	1—4	2					1	2
G P. multiflorum			1	4	1	2	2	2
G Convallaria majalis	1—4	3	1—5	4	1—5	3	4	2—3
G Paris quadrifolia			1—2	4			2	5
G Colchicum autumnale	1—2	2			1	1	1	3
G Leucjum aestivum			1	1			1	5
G Iris pseudacorus	1	3	1	1			2	2
G Gladiolus imbricatus			1	1			1	4
G Orchis militaris	1	1					1	2
G Platanthera chlorantha			1	1			1	2
G Listera ovata	1	2	1	3	1	2	3	4
G Helleborine latifolia	1	1	1	1	1	1	1	2
G H. varians	1	1	1	1			1	5
G Neottia nidusavis			1	1			1	2
H Urtica dioica	1—2	2	1—3	1	1	1	2	2
G Asarum europaeum			1—4	1			1	5
H Rumex sanguineus	1	3	1	1			2	3
H R. conglomeratus	1	1					1	1
Th Polygonum dumetorum					1	1	1	1
Ch Stellaria aquatica	1	2			1	1	1	2
Th Moehringia trinervia	—2	1	1	1	1	2	2	2
H Lychnis floscuculi	1	1					1	1
H Caltha palustris	1—2	3	1—3	2			2	2
H Trollius europaeus			1	1	1	1	1	3
G Anemone ranunculoides			1—2	2			1	3
G Isopyrum thalictroides			1—3	2			1	5
H Actaea spicata					1	1	1	2
H Ranunculus ficaria	1—2	1	1—2	?			1	2
H R. repens	1	2	1—2	2			2	2
H R. auricomus	1	2			1	3	2	3
H R. cassubicus			1	3			1	5
H Thalictrum lucidum	1	1					1	1
H Alliaria officinalis	1	1					1	1
H Cardamine Hayneana	1	1					1	1
G Dentaria bulbifera			1	3			1	4
H Geum urbanum	1	2	1	1	1	2	2	2
H Potentilla reptans	1	1					1	1
H Filipendula ulmaria			1	1	1	1	1	2
H Lathyrus pratensis	1	1	1	1			1	2
H Astragalus glycyphyllus					1	1	1	2
H Vicia sepium	1	1			1	2	1	2
H Geranium palustre	1	1	1	2	1	1	2	3
H G. divaricatum	1	1					1	1

	Haláp-Ncs.		Bátorliget		Fényi e.		Nyírség	
	A—D	Fr.	A—D	Fr.	A—D	Fr.	K	F
Th G. Robertianum	1	2			1—2	3	2	2
H Mercurialis perennis			1	1			1	5
H Euphorbia angulata			1	1			1	2
H E. amygdaloides			1	3			1	5
H E. polychroma			1	1			1	5
H E. villosa	1	1						
H E. lucida	1	2	1	1			1	2
H Althaea officinalis	1	1					1	1
H Viola hirta	1	1					1	1
H V. silvestris			1	1	1	1	1	2
H V. mirabilis			1	3			1	2
H Lythrum salicaria	1	3	1	1	1	2	2	1
H Epilobium montanum					1	1	1	2
H E. parviflorum	1	1					1	1
H Circaea lutetiana	1	1	1—3	2	1	1	2	2
H Chaerophyllum temulum	1	3	1	1	1	3	2	2
H Ch. bulbosum	1	1					1	1
H Aegopodium podagraria			1—5	5	1	1	3	5
HH Oenanthe aquatica	1	1	1	1			1	2
H Oe. banatica	1—2	2					1	5
H Pimpinella major	1	1					1	5
H Sium latifolium	1	1	1	1			1	2
H S. lancifolium	1	1						4
H Peucedanum palustre	1	1	1	1			1	2
H Angelica silvestris	1	2	1	1	1	2	2	2
H Heracleum sphondylium	1	1	1	2	1	2	2	3
H Primula veris	1—2	2					1	2
Ch Lysimachia nummularia	1—2	3			1—2	3	2	2
H L. vulgaris	1	1	1	1	1	2	2	2
H Symphytum officinale	1	2	1—2	1			1	2
H S. tanaicense			1	1			1	4
G S. tuberosum			1	1			1	4
H Pulmonaria officinalis			1	2			1	5
H P. mollissima	1—2	1	1	1			1	2
H Myosotis scorpioides	1—2	1					1	2
Th M. sparsiflora	1—2	2					1	2
H Ajuga reptans			1—2	2			1	3
Ch Glechoma hirsutum	1	2					1	2
H Prunella vulgaris	1	1	1	1	1	1	1	2
H Melittis melissophyllum			1	1			1	2
Th Galeopsis pubescens	1	2	1	1			1	2
Ch Lamium galeobdolon			1—2	3			1	5
H Stachys silvaticus	1	1	1	1	1	1	1	2
H Salvia glutinosa	1	1					1	2
H Lycopodium europaeus	1	3	1	1			2	2
H L. exaltatum			1	1			1	1
H Mentha aquatica s. l.	1	2	1—2	1	1	1	2	2
H Clinopodium vulgare	1	1			1	1	1	2

	Haláp-Ncs.		Bátorliget		Fényi e.		Nyírség	
	A—D	Fr.	A—D	Fr.	A—D	Fr.	K	F
H <i>Scrophularia nodosa</i>	1	2			1	2	2	2
H <i>S. alata</i>			1	1			1	4
Ch <i>Veronica chamaedrys</i>	1	1			1	1	1	2
Th <i>V. hederifolia</i>	1	2					1	2
Th <i>Melampyrum nemorosum</i> s. l.	1	1	1	2			1	2
G <i>Lathraea squamaria</i>			1	1			1	5
G <i>Asperula odorata</i>			1—5	1			1	3
H <i>A. aparine</i>	1	1	1	1			1	2
Th <i>Galium aparine</i>	1	3	1—2	3	1	3	3	2
H <i>G. cruciata</i>	1	2					1	2
H <i>G. rubioides</i>	1	1					1	2
H <i>G. vernum</i>			1	1	1	1	1	2
H <i>G. palustre</i>	1	1	1	1			1	2
H <i>G. mollugo</i>	1	1	1	1			1	2
H <i>Valeriana officinalis</i>	1	3	1	1			2	2
H <i>Campanula trachelium</i>			1	1			1	5
H <i>Adenophora liliifolia</i>			1	1			1	5
H <i>Eupatorium cannabinum</i>	1	2	1	1	1	2	2	2
H <i>Cirsium canum</i>	1	2					1	2
H <i>Carduus crispus</i>	1	1			1	1	1	3
H <i>Arctium pubens</i>	1	2			1	1	1	3
H <i>Centaurea jacea-indurata</i>			1	1			1	5
Th <i>Lapsana communis</i>	1	1					1	1
H <i>Cicerbita muralis</i>					1	1	1	2
H <i>Lactuca Chaixii</i>	1	3					1	2
H <i>Taraxacum officinale</i>	1	4			1	1	2	2
H <i>Crepis praemorsa</i>					1	1	1	2

Bryophyta: *Madotheca platyphylla*, *Dicranum scoparium*, *Bryum capillare*, *Mnium cuspidatum*, *Anomodon viticulosus**, *Platygyrium repens*, *Amblystegium varium*, *A. serpens*, *Drepanocladus Kneiffii*, *Hypnum cupressiforme*, *Rhytidiadelphus triqueter* etc.

Ökológiai összetétel = Ph: 17%, E + N: 1%, Ch: 2½%, G: 16%, HH: 3%, H: 56%, Th: 4%.

Szerkezeti összetétel = K 1: 71%, K 2: 21½%, K 3: 4%, K 4: 2½%, K 5: 1%.

Betuletum pubescentis-pendulae salicosum pentandrae.

(incl. Fac. calamagrostidosum et thelypteridosum).

	1	2	3	4	5	6	7	8	A—D	K	F
MM <i>Betula pubescens</i>	5	3	4	3	4	5	4	4	4—5	3	5
MM <i>B. pendula</i>										5	2
M <i>Salix cinerea</i>	—2	2	4		1			1	1—2	3	2
MM <i>S. pentandra</i>	1	3	1						1—3	2	5
MM <i>Populus tremula</i>	1						1		1	2	2
MM <i>Quercus robur</i>	1						1		1	2	1—2
M <i>Crataegus monogyna</i>	1						1		1	2	1
M <i>Frangula alnus</i>	—2	1	1		1		1		1	3	2
M <i>Rhamnus cathartica</i>	1				1				1	2	2

	1	2	3	4	5	6	7	8	A—D	K	F
M <i>Evonymus europaea</i> . . .	1								1	1	1—2
M <i>Cornus sanguinea</i> . . .					1		1	2	1	2	2
M <i>Ligustrum vulgare</i> . . .							1		1	1	1
M <i>Viburnum opulus</i> . . .	1				1		1		1	2	2
M <i>Sambucus nigra</i> . . .					1		1		1	2	1—2
H <i>Humulus lupulus</i> . . .	1	1	1						1	2	2
H <i>Rubus caesius</i> . . .	1						1		1	2	2
H <i>Calystegia sepium</i> . . .		1	1			1	1	1	1	3	2
H <i>Solanum dulcamara</i> . . .			1	1			1	1	1	3	2
H <i>Asperula aparine</i> . . .						1			1	1	2
G <i>Nephrodium thelypteris</i> . . .		4	5	5	5	5	2	2	2—5	5	3
G <i>Equisetum palustre</i> . . .	—2				1			1	1—2	2	2
H <i>Calamagrostis canescens</i> . . .	4								4	1	3*)
H <i>C. neglecta</i> . . .			1—2						1	1	1—2
H <i>Agrostis alba</i> . . .	2				1	1		1	1—2	3	2
HH <i>Carex Hudsonii</i> . . .	2								2	1	2
HH <i>C. paradoxa</i> . . .		1	1						1	2	2
HH <i>C. pseudocyperus</i> . . .					1	1	2		1—2	2	3
HH <i>C. vesicaria</i> . . .			—3						—3	1	3
HH <i>C. elongata</i> . . .		1							1	1	2
H <i>C. leporina</i> . . .		1							1	1	1—2
H <i>C. contigua</i> . . .	1					1		1	1	2	2
G <i>Alisma plantago-aquat.</i> . . .				1				2	1—2	2	2
H <i>Juncus effusus</i> . . .	1		1					1	1	2	2
G <i>Veratrum album</i> . . .	1								1	1	1—2
G <i>Orchis incarnatus</i> . . .								1	1	1	1—2
G <i>Listera ovata</i> . . .	1								1	1	2
H <i>Urtica dioica</i> . . .	2		2			1	1		1—2	3	1
HH <i>Polygonum amphibium</i> . . .						1		1	1	2	2
HH <i>Rumex hydrolapathum</i> . . .		1							1	1	2
H <i>Lychnis flos-cuculi</i> . . .	1		1						1	2	1—2
H <i>Caltha palustris</i> . . .	2		2—		1	1		1	1—2	4	2
H <i>Ranunculus repens</i> . . .	2		1		1				1—2	2	2
H <i>Trollius europaeus</i> . . .	1						1		1	2	4
H <i>Thalictrum lucidum</i> . . .	1								1	1	2
H <i>Filipendula ulmaria</i> . . .	2				1			1	1—2	2	2
H <i>Geum urbanum</i> . . .	1						1		1	2	1—2
H <i>Geranium palustre</i> . . .	—2				2				2	2	4
Th G. <i>Robertianum</i> . . .							1		1	1	1—2
H <i>Euphorbia villosa</i> . . .	1						1		1	2	2
H <i>Lythrum salicaria</i> . . .		1	1	1	1			1	1	3	2
H <i>Epilobium parviflorum</i> . . .	1		1						1	2	2
H <i>Sium latifolium</i> . . .	1								1	1	2
H <i>Peucedanum palustre</i> . . .	1	1	1		1			2	1—2	4	3
H <i>Angelica silvestris</i> . . .	—2		1		1	1	1	1	1	4	2
H <i>A. palustris</i> . . .	1				1				1	2	3
H <i>Lysimachia vulgaris</i> . . .	1		1	1		1			1	3	2
H <i>Symphytum officinale</i> . . .				1					1	1	1—2
H <i>Prunella vulgaris</i> . . .	1	1				1			1	2	2

	1	2	3	4	5	6	7	8	A—D	K	F
H <i>Stachys paluster</i> . . .	1		1	1		1			1	3	2
H <i>Lycopus europaeus</i> . . .	1						1		1	2	2
H <i>Mentha aquatica</i> . . .	1	1		1		1			1	3	2
H <i>M. verticillata</i> . . .											2
H <i>Veronica maritima</i> . . .	1						1		1	2	2
H <i>Galium palustre</i> . . .	1		2	1		1			1—2	3	2
H <i>Valeriana officinalis</i> . .	—2		1		1		1	1	1—2	4	2
H <i>Eupatorium cannabinum</i> .	1		1	1	1	1	1	1	1	4—5	2
Th <i>Bidens tripartitus</i> . . .		1	1	1					1	2	1
H <i>Ligularia sibirica</i> . . .	1								1	1	3
H <i>Cirsium canum</i> . . .	1				1				1	2	2
H <i>C. rivulare</i> . . .	1				1				1	2	2

Accidenter: *Ligustrum vulgare*, *Equisetum arvense nemorosum*, *Molinia coerulea major*, *Holcus lanatus*, *Phragmites vulgaris*, *Cardamine Hayneana*, *Lathyrus pratensis*, *Epilobium adnatum*, *Chaerophyllum temulum*, *Oenanthe aquatica*, *Circaea lutetiana*, *Menyanthes trifoliata*, *Myosotis scorpioides*, *Arctium lappa*, *Lactuca Chaixii*, *Taraxacum officinale* etc.

Bryophyta: *Mnium cuspidatum*, *Drepanocladus Kneiffii**, *Hypnum cupressiforme* etc.

Ökológiai összetétel = Ph: 19%, G: 9%, HH: 10%, H: 59%, Th: 3%.

Szerkezeti összetétel = K 1: 26½%, K 2: 46½%, K 3: 17%, K 4: 6%, K 5: 4%.

*) Faciesképző.

Salicetum cinereae calamagrostidosum canescentis s. phragmitosum,*)
incl. Betuleto—Salicetum cinereae (col. 1).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	A-D	K.F.
	A-D	Fr.															
M Salix cinerea	2-5.4	4	3	3	3	3	2	5	5	5	4	5	5	3	4	2-5	5 3
MM S. alba												1	1	1		1	1 2
MM S. fragilis					1							1	1	1		1	1 2
MM S. pentandra					1											1	1 2
M S. aurita incl. × cinerea													2			2	1 5
M S. rosmarinifolia	1.2				1			2-4			1			1	1-4	2 3	
MM Populus tremula	-02.2				1	1	1					1	1		1-2	2 2	
MM Betula pendula	0-3.2					1									1-3	1 2	
MM B. pubescens	*				1	1									1	1 3	
M Frangula alnus		1														1	1 2
H Calystegia sepium	1.1				1						1	1			1	2 2	
H Solanum dulcamara												1	1			1 2	
H Asperula aparine						1						1				1	1 3
G Nephrodium thelypteris	1-2.5		-3	5	1	3	-4	1	2	-2	1	-4	2	-5		1-5	5 3
G Equisetum palustre	1.1		1	2	1	1			1	1		2	1		1-2	3 2	
G E. limosum					2	1	1							1	1-2	2 3	
HH Typha latifolia					1		1		1		1					1	2 2
HH Sparganium erectum																	
incl. neglectum			1	1	1		1								1	2 1	
G Alisma plantago-aq.		1					1				1	1			1	2 2	
G Butomus umbellatus							1				1				1	1 1	
H Agrostis alba	1.1					1	1									1	2 2
H Calamagrostis canescens	3-5.5	-5	3	-4	3	3	2	4	4	3	3	4	2		3	2-5	5 5
H C. neglecta					1		1					1				1	1 1
HH Phragmites vulgaris	3-5.5		5	-5	5	-3	-2		1	1	5	4	2	-5		1-5	5 2
HH Carex acutiformis			1	-4	-4	-3	-4	1	1	-4	-3	-3	-3	-5	1	1-5	5 2
HH C. Hudsonii	1-2.1	1	2					1									2
HH C. diandra				-2			2									2	1 5
HH C. inflata							2							1	1-2	1 3	
HH C. intermedia					1			1								1	1 1

*) In aqua sub Saliceto phragmitoso: *Lemna trisulca* 7, *Spirodela polyrrhiza* 5, 7, *Castalia alba* var. *minor* 4, 7, 8 (F: 3), *Callitriche polymorpha* 3, *Hottonia palustris* 5, 6.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	A-D	K. F.
	A-D. Fr.						A-D.										
HH C. paradoxa	1-34	4			2				2			2			2-4	2 4	
HH C. pseudocyperus					1		1	1							1 1 2	1 1 2	
HH C. riparia		1			1		1					1			1 2 2	1 2 2	
HH C. vesicaria					1							1			1 1 2	1 1 2	
H C. leporina							1	1					1		1 1 1	1 1 1	
H C. panicea				*			1		1	1					1 1 1	1 1 1	
H Eriophorum latifolium															1 1 1	1 1 1	
H E. polystachyum	1.1	1						1					1		1 2 1	1 2 1	
H Juncus effusus	1.1			1	1								1		1 2 2	1 2 2	
H J. compressus	1.1			1	1			1							1 2 1	1 2 1	
G Iris pseudacorus		1	1	1	1	1	1	1			1	1			1 3 2	1 3 2	
G Orchis incarnatus				-2	1										1 2 2	1 2 2	
G Helleborine palustris				1											1 1 4	1 1 4	
HH Polygonum amphibium				1							1				1 1 2	1 1 2	
Th P. hydropiper		1									1				1 1 1	1 1 1	
HH Rumex hydrolapathum		2						1			2				1-2	2 2	
Ch Stellaria aquatica					1	1						1			1 1 2	1 1 2	
H S. palustris				1		1									1 1 5	1 1 5	
H Caltha palustris	1-23	2	3		3	2	2		1			3	1		1-3	3 2	
HH Ranunculus lingua				1	1	1						1			1 2 2	1 2 2	
H R. repens		1	1	1	1		1						1		1 2 2	1 2 2	
H R. acer		1	1	1											1 1 1	1 1 1	
H Thalictrum lucidum					1	1									1 1 2	1 1 2	
H Filipendula ulmaria					1										1 1 3	1 1 3	
H Comarum palustre				-3		1						1			1-3	1 5	
H Potentilla erecta	2.1											1			1-2	1 2	
H P. reptans				1	1							1			1 1 2	1 1 2	
H Lathyrus pratensis	1.3	1			1			1					1		1 2 2	1 2 2	
H Vicia cracca	1.2			-2											1 2 2	1 2 2	
H Geranium palustre	2.1											1			1-2	1 2	
H Euphorbia lucida		1			1		1	1							1 2 2	1 2 2	
H Hypericum acutum	1.1				1	1			1						1 2 2	1 2 2	
H Lythrum salicaria	1.3	1		2	1	1	-2			1	1		1		1-2	4 2	
H Epilobium palustre	1.1	1		-2			1					1			1-2	2 3	
H E. adnatum						1						1			1 1 1	1 1 1	
H E. parviflorum	1.2	1						1			1	1			1 2 2	1 2 2	
H Cicutia virosa						-2									1-2	1 4	

H	Peucedanum palustre	1.1	1	-2	2	-2	-2	1	1-2	2	3
H	Angelica silvestris	1.4	1	1	-3	2		1	1-3	3	2
H	A. palustris	1.1						1		1	3
H	Lysimachia vulgaris		1	1	1	-2		1	1	1	1
Ch	L. nummularia	1.3	1					1	1	1	2
HH	Menyanthes trifoliata		-3	-3	1	-3	-4	-3	0-5	-5	1-5
H	Gentiana pneumonanthe	1.2									3
H	Symphytum officinale		1					1	1	1	1
H	Stachys paluster	1.1	1		1			1	1	1	2
H	Lycopus europaeus	1.4	1	1	1	1	1	1	1	1	2
H	L. exaltatus			1							1
H	Mentha aquatica		1	1	1	1	-2	1	1	1	1
H	M. verticillata			1	1	1	1				2
H	Veronica scutellata				1			1			1
H	Gratiola officinalis					1			1		1
H	Galium palustre	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H	G. uliginosum	1.1		1		1					2
H	Valeriana officinale	1.3	1	-2	-2	-2		1	1	2	1
H	Eupatorium cannabinum	1-2.2			-2	1				1	1
H	Bidens cernuus			1	1			1	1	1	1
Th	B. tripartitus		1						1		1
H	Cirsium canum	1.1	1	1	1				1	1	1
H	C. rivulare	1.1	1	1				1		1	1
H	Chrysanthemum uliginosum	1.2									2
H	Ligularia sibirica				1						1
H	Sonchus arvensis uliginosus	1.2		1							1

Accidenter: *Salix purpurea*, *Populus alba*, *Rhamnus cathartica*, *Galium aparine*, *Festuca arundinacea*, *Glyceria aquatica*, *Molinia coerulea* var. *major*, *Poa trivialis*, *Heloecharis palustris*, *Schoenoplectus lacustris*, *Juncus conglomeratus*, *J. articulatus*, *Urtica dioica*, *Rumex conglomeratus*, *Lychnis flocculi*, *Roripa amphibia* (D: 2), *Cardamine Hayneana*, *Potentilla anserina*, *Sanguisorba officinalis*, *Viola stagnina*, *Epilobium hirsutum*, *Scutellaria galericulata*, *Veronica maritima*, *Galium mollugo*, *Cirsium brachycephalum* etc.

Bryophyta: *Bryum ventricosum*, *Mnium affine*, *Climacium dendroides*, *Brachythecium Mildeanum*, *B. rutabulum*, *Amblystegium Juratzkanum*, *Drepanocladus Kneiffii* (konstans), *Calliergon cuspidatum* etc.

Ökológiai spektrum = Ph: 11%, Ch: 2½%, G: 9%, HH: 18%, H: 57%⁰, Th: 2½%⁰.
Szerkezeti spektrum = K 1: 49%, K 2: 35%⁰, K 3: 7%⁰, K 4: 3%, K 5: 5%⁰.

Wälder und Waldtypen des Sandgebiets Nyírség

Von: Prof. Dr. R. v. Soó (Debrecen).

Das Botanische Institut der Universität Debrecen begann im Jahre 1930 unter meiner Führung die soziologisch-synökologische Erforschung der Vegetation des Nyírség, des nordöstlichen kalkarmen Sandgebiets des Alföld, wo in einem einheitlichen semihumiden Klima — je nach dem Grade der Bodenfeuchtigkeit und den mikroklimatischen Verhältnissen — Vegetationstypen scheinbar entgegengesetzten Charakters: acidiphile Sandpuszten, xerische Eichenwälder, Birkenhaine, schattige, humöse Eichen-, Hainbuchen- und Birkenhochwälder, feuchte Auenwälder, Sumpf- und Moorwiesen, an Reliktarten reichen Birken- und Weidemoore usw. nebeneinander bestehen. Die floristischen Ergebnisse unserer Forschungen wurden in der Zeitschrift „Botanikai Közlemények“ 1934 und 1937, die Übersicht der Pflanzengesellschaften des Nyírség in dem Rübel-Festband (Ber. Schweiz. Bot. Ges. 1936), die synökologischen Ergebnisse der Forschungen in Debrecen-Haláp — als Dissertation von L. Aszódi — in den Acta Geobot. Hung. 1936 veröffentlicht. Die Waldassoziationen und Waldtypen habe ich zum Kongreß des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten (1936) zusammengestellt. Floristische Beschreibungen und — infolge der Vermischung verschiedener Assoziationen und mancher irrigen Angaben — unzureichende Analysen der Wälder des Nyírség gaben schon Rapáics (1916 und 1925), dann Boros (1933), s. Literatur.

Die synökologischen Verhältnisse, besonders die Bearbeitung unserer ausführlichen mikroklimatischen Messungen in Tabellen und Graphikons, möchte ich anderswo veröffentlichen, so wird vorliegende Abhandlungsserie ausschließlich die Ergebnisse der soziologischen Analysen in Form synthetischer Tabellen enthalten. Der 1. Teil behandelt die Waldpflanzengesellschaften (Lignosa), die bald folgenden 2. und 3. Teile die Wiesen (Herbosa), bzw. die Steppen-(Deserta)vegetation. Die soziologische Bearbeitung der Wälder umfaßt rund 190 Bestandesaufnahmen, — die unge-

fähr 400 Quadrat(25 m²) aufnahmen entsprechen. Raummangels wegen muß ich auf die Veröffentlichung des vollständigen Materials verzichten, darf ich aber die vollen Analysen der beiden interessantesten Assoziationen, der Birken- und der Weidenmoore (Tab. 4 und 5) mitteilen. Als Beispiel der Zusammensetzung eines Waldgebietes gebe ich in der Tab. 1 — der schattigen Eichenhochwälder — die Abundanz-Dominanz und Frequenzwerte des Großen Waldes von Debrecen (Nagyerdő), in der Tab. 2 — der Steppeneichenwälder — des Gebiets Haláp—Nagycsere bei Debrecen, auf Grund von 20, bzw. 12 Bestandesaufnahmen. Die 35 aufgenommenen Bestände der gemischten Eschen-Ulmen-Auenwälder fallen auf drei Lokalitäten: Haláp—Nagycsere (5), Bátorliget (20) und Fényi-Wald (10 Bestände), vgl. die Tab. 3. Die verhältnismäßig wenigen Aufnahmen der trockenen Birkenwälder, der Hainbuchenwälder, usw. haben uns eine tabellarische Analyse nicht ermöglicht.)

In allen Aufnahmen sind die Werte der Abundanz und Dominanz (A—D Gesamtschätzung), Konstanz (K) — in den Bestandesaufnahmen Frequenz (Fr) — und Gesellschaftstreue (F) angegeben nach den Braun-Blanquetschen Skalen. Die Struktur der Pflanzengesellschaften wird durch das Konstitutionsspektrum (prozentuelle Verteilung der Arten in den Konstanzklassen) und bio-ökologische Spektrum, nach den Raunkierischen Lebensformen, charakterisiert. In der Tab. 1 der schattigen Eichenwälder gibt die vierte Kolumne die Grenzwerte der Frequenzzahlen, die durch die Quadrataufnahmen in den verschiedenen Waldbeständen ermittelt wurden, in derselben Tabelle bedeutet das Sternchen (*) einige ausnahmsweise aufgenommene literarische Angaben, sonst fußen alle Angaben und Werte auf eigenen Aufnahmen.

Übersicht der Verbände (Federationen) s. S. 339. Der größte Teil der Wälder des Nyírség sind entweder mesophile, geschlossene, schattige Eichenhochwälder (*Quercetum roburis umbrosum*), auf mehr gebundenem, humösen Boden mit pH zwischen 5.4 (in der *Urtica*-Fazies, auf der Oberfläche, im November) und 8.2 (in der *Convallaria*-Fazies, 30 cm Tiefe, im August) oder xerophile, nicht geschlossene, parkwaldartige, lichtungreiche Eichensteppenwälder (*Q. r. stepposum*), auf lockerem Sandboden mit pH zwischen 5.1 (auf der Oberfläche im Januar) und 7.1 (in 30 cm Tiefe, im September).

Einige sumpfige Eichenbestände (*Q. r. hygrophilum*) bilden die Übergänge zu den floristisch interessantesten gemischten Eschen-Ulmenauen (*Fraxineto-Ulmetum*) mit mehr kalkhaltigem Boden, pH zwischen 7.6 (Oberfläche, in Januar) und 10.5 (50 cm Tiefe, im August), die sind heute schon stark vermindert geworden. Die Rolle der Buchenwälder spielen die sich inmitten der Eichenwälder befindenden kleinen Hainbuchenbestände (*Carpinetum betuli*), ebenso zurückgedrängt wurden auch die einst mehr

verbreiteten schönen Birkenwälder (*Betuletum pendulae*), deren nur ein alter Bestand (im Pálcaerdő bei Tornyospálca) bekannt ist. Die kleinen, aber landschaftlich schönen, wie florensgeschichtlich wichtigen Birken- und Weidenhaine (*Betuletum pendulae-pubescentis*) und *Salicetum cinereae*) bilden oft Moorkomplexe mit Moorzweiden (z. B. *Caricetum paradoxae*-Bulten) und *Menyanthes*-Schlenken, wie in Haláp bei Debrecen, auf moorigen, aber nicht torfigen Boden, dessen pH zwischen 6.15 (Oberfläche, im Januar) und 7.9 (in 30 cm Tiefe, im September) schwankt. Über die edaphischen Faktoren näheres s. in Acta Geobot. Hung. 1936.

Bei jeder Assoziation wurden die charakteristischen Artkombinationen zusammengestellt, und zwar: die Konstanten, die Charakterarten I. und II. Ordnung, ferner eventuell die Verbandscharakterarten (so des *Quercion roburis* S. 342—3). Ebenso wurden die Fazies (Soziationen), bzw. die Waldtypen der Eichenhochwälder und der Steppenwälder, der Birkenwälder und der Erlenauen, der gemischten Eschen-Ulmenauen und der Weidenmoore zusammengestellt, auch die Konstanten und Subkonstanten der 5 charakteristischen Typen des schattigen Eichenwaldes (Beispiel: Nagyerdő von Debrecen) aufgezählt.

Unter den Kulturforsten sind zu nennen die Robinieten und die *Hylocomium*-reichen Kiefernbestände.

Irodalom. — Literatur.

- Aszód, L.: Adatok a nyírségi homoki vegetáció ökológiájához és szociológiájához. Tisia (Acta Geobot. Hung., 1936. 75—107).
- Boros, A.: A Nyírség flórája és növényföldrajza. Tisza Társ. Honism. Biz. Közl., 1933. 25—26.
- Magyar, P.: Buchen- und Eichenwaldtypen in Ungarn. (Kongr. Intern. Verb. Forstl. Forschungsanstalten, 1936.)
- Rapaics, R.: A debreceni homokterület növényzeti viszonyai. Erd. Kis., 1916. 124—165.
- A Nyírség növényföldrajza. Tisza Társ. Honism. Biz. Közl., 1925. 2.
- Soó, R.: Magyarország erdőtípusai. Erdészeti Kísérletek, 1934. 86. 138.
- Soziologische Waldvegetationsstudien in Ungarn, besonders über die Wälder jenseits der Theiß. (Kongr. Intern. Verb. Forstl. Forschungsanstalten, 1936.)
- A Nyírség vegetációjának ismeretéhez. Debreceni Szemle, 1932. 216—225.
- Modern növényföldrajz és ami hozzájárul. u. o. 335—339.
- Nyírség-kutatásunk florisztikai eredményei. Bot. Közl., 1934. 218—252.
- Pótlékok Nyírségi flórakutatásunk eredményeihez. U. o. 1937. 33—44.
- A pusztuló Bátorliget. Term. Tud. Közl., 1935. 14—21.
- Zólyomi, B.: A Hanság növényészvetkezetei. Folia Sabariensia (Vasi Szemle), 1933. 146. (Összehasonlítás a nyírségi fűz- és nyírlápokról is megemlékezik.)

Intézeti ügyek.

Roth Gyula egyetemi ny. r. tanár, a m. kir. erdészeti kutató intézet vezetőjének *Kyösti Kallio* finn köztársasági elnök a finn Fehér Rózsa Rend középkeresztjét adományozta.

A m. kir. földművelésügyi Miniszter Úr a kecskeméti m. kir. erdészeti homokkísérleti telep vezetőjét, *Zsámbor Zsolt Pál* m. kir. erdőmérnököt áthelyezte a debreceni m. kir. erdőigazgatósághoz, aminek következtében a kecskeméti telep helyi vezető nélkül maradt.

Stefaits István m. kir. erdőmérnökgyakornokot a m. kir. földművelésügyi Miniszter Úr a balassagyarmati m. kir. erdőfelügyelőséghez osztotta be szolgálattételre.

A m. kir. erdészeti kutató intézet tisztviselői közül az 1937/38. tanév folyamán a Mitteleuropäischer Wirtschaftstag ösztöndíjával külföldön folytattak szaktanulmányokat:

Dr. Magyar Pál egyetemi magántanár, m. kir. főerdőmérnök növény-szociológiai és erdőművelési tanulmányokat folytatott a freiburgi egyetemen, ill. a közeli Schwarzwaldban s a Rajna-ártéri erdőkben. Majd bejárta az erdőművelés szempontjából legnevezetesebb német, tiroli és karinthiai erdőket, valamint a francia Vogézeket.

Ijjász Ervin m. kir. segéderdőmérnök a müncheni egyetemen talajtani vizsgálatokkal, főleg a talajvíz és fatenyészet kölcsönös viszonyával foglalkozott, különös tekintettel a magyar Alföldre.

Dr. Gerlai Arnold okl. erdőmérnök Eberswaldeban az erdei magvak vizsgálatával foglalkozott, különösen csírázásfiziológiai szempontból. Utóbbi téren folytatott munkája alapján dolgozta ki doktori disszertációját, amely a doktori szigorlat bizottsága előtt a summa cum laude elismerést szerezte. Ennek következtében az eberswaldi erdészeti főiskolán summa cum laude doktorrá avatták.

Az „E. K.” 1937. évi XXXIX. kötetének tartalomjegyzéke.

Inhaltsverzeichnis.

	Oldal — Seite
<i>Vitéz Botvay Károly:</i> Az ülepedés zavarainak elhárítása az Odén-féle eljárás alapján történő mechanikai elemzésnél	1
<i>Dr. Pallay Nándor:</i> Erdőhasználati időtanulmányok. (IV.)	18
<i>Dr.-Ing. Nándor Pallay:</i> Zeitstudien im Hauungsbetriebe. (IV.)	37
<i>Dr. Kováts Ernő:</i> A sarjeredetű akácállományok faállományszerkeztetani vizsgálata	40
<i>Dr. Ernő Kováts:</i> Studie über die innere Struktur der Robinienauschlagbestände	138
<i>Arnold Gerlai:</i> Keimphysiologische Untersuchungen mit Verwendung künstlicher Lichtquellen	163
<i>Gerlai Arnold:</i> Csirázásfiziológiai vizsgálatok mesterséges fényforrások alkalmazásával	261
<i>V. E. Svinhufvud,</i> Helsinki: A Cajander-féle erdőtípusok talajbiológiai alapjelenségeiről	265
<i>V. E. Svinhufvud,</i> Helsinki: Untersuchungen über die bodenmikrobiologischen Grundlagen der Cajanderschen Waldtypen	311
<i>Dr. berei Soó Rezső:</i> A Nyírség erdői és erdőtípusai	337
<i>Dr. R. v. Soó:</i> Wälder und Waldtypen des Sandgebiets Nyírség	378
Intézeti ügyek	381

